



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO ÁCIDO NO  
BRANQUEAMENTO INTERNO COM PERÓXIDO DE  
CARBAMIDA A 16%**

Trabalho submetido por  
**Ricardo Filipe Reis Guerreiro**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**outubro de 2018**





**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO ÁCIDO NO  
BRANQUEAMENTO INTERNO COM PERÓXIDO DE  
CARBAMIDA A 16%**

Trabalho submetido por  
**Ricardo Filipe Reis Guerreiro**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof. Doutora Ana Cristina Mano Azul**

e coorientado por  
**Mestre Inês Carpinteiro**

**outubro de 2018**



## Agradecimentos

À Prof. Doutora Ana Mano Azul, pela magnífica orientação ao longo deste trabalho, onde demonstrou um apoio incalculável, disponibilidade constante, acompanhamento e boa disposição. É de enaltecer a sua capacidade intelectual e de rigor científico, bem como a sua tranquilidade e prontidão em ajudar-me sempre que necessitei.

À Mestre Inês Carpinteiro, pela excelente coorientação neste estudo, tendo evidenciado um enorme conhecimento científico, uma brilhante capacidade de organizar ideias e uma disponibilidade em auxiliar-me sempre que precisei, onde me incentivou, alertou, orientou e me forneceu bases para desenvolver esta investigação.

Ao Prof. Doutor Luís Proença, pela rápida disponibilidade e ajuda essencial no tratamento estatístico dos dados.

Ao Prof. Doutor Mário Polido, pela cedência do Laboratório de Biomateriais para a realização desta investigação e pela sua preocupação constante.

À *VOCO GmbH*, pela rapidez e disponibilidade em fornecer-me os materiais solicitados.

Ao Departamento de Dentisteria Operatória, que me acolheu carinhosamente como monitor, demonstrando uma enorme confiança nas minhas capacidades e com o qual pude desenvolver conhecimentos e aptidões a vários níveis.

À Mestre Maria João Barreto, que demonstrou uma grande confiança em mim, convidando-me para seu monitor, onde pude, de igual forma, desenvolver conhecimentos e capacidades adicionais.

Ao meu pai e à minha mãe, por me proporcionarem a oportunidade de realizar o sonho de ser Médico Dentista, pelo apoio incansável, pelos valores que me incutiram e por serem o antes, o durante e o depois em tudo na minha vida.

Ao meu irmão Jorge, à Tânia e à Ritinha, pelos incentivos e pelos momentos que me proporcionaram.

À Paula, por ter sido uma segunda mãe nestes 5 anos de faculdade, onde me incentivou, repreendeu, aconselhou e se preocupou com o meu percurso académico.

Ao meu primo Rodrigo, o meu irmão mais novo, pelo seu carinho e amizade.

Ao Paulo, pela constante preocupação e ajuda ao longo destes 5 anos.

À Ana Cláudia, a minha querida parceira de Box 54, por todo o apoio desde do primeiro ano de faculdade, por todos os passeios realizados, por todas as maluquices juntos, por ser a excelente pessoa que foi, é e será para comigo.

À Andreia, por toda a ajuda na realização desta investigação, por alinhar nas minhas loucuras e por ser uma pessoa com uma essência única.

À Maria Canavarro, pelos momentos passados juntos e por estar sempre disponível para mim.

À Beatriz e à Mariana, por terem sido umas pessoas incríveis com um coração enorme.

À Maria Estrelo, à Catarina e à Filipa por me terem acompanhado e dado apoio nestes anos e por aturarem os meus devaneios.



## Resumo

**Objetivos:** Avaliar a influência do condicionamento ácido prévio no branqueamento interno com peróxido de carbamida a 16%, durante 15 e 30 segundos, ao nível dos parâmetros do CIE  $L^*a^*b^*$  e da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS).

**Materiais e Métodos:** Foram selecionados 20 molares hígidos extraídos há menos de 6 meses, distribuindo-se aleatoriamente em 4 grupos experimentais: GC (n=5) – grupo controlo; GPC (n=5) – aplicação de peróxido de carbamida a 16%; GePC15 (n=5) – aplicação de ácido ortofosfórico a 37,5%, durante 15 segundos, e de peróxido de carbamida a 16%; GePC30 (n=5) - aplicação de ácido ortofosfórico a 37,5%, durante 30 segundos, e de peróxido de carbamida a 16%. Foi realizado branqueamento interno durante 21 dias, efetuando-se a medição dos parâmetros do CIE  $L^*a^*b^*$  antes e após este período. Aguardou-se 15 dias e efetuou-se a restauração com resina composta. Os espécimes foram seccionados em palitos de  $1\pm 0,2$  mm<sup>2</sup> e armazenados durante 24 horas em água destilada numa estufa a 37 °C. Seguidamente, foram submetidos ao teste de microtração ( $\mu$ TBS) até ocorrer fratura, registando-se o valor de força, da área aderida e o tipo de falha. Calculou-se o valor da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) em MPa. Os resultados foram analisados estatisticamente com recurso ao teste t-Student, teste ANOVA *one-way*, teste de Tukey e teste do Qui-Quadrado de Pearson.

**Resultados:** Verificou-se um aumento estatisticamente significativo no parâmetro  $L^*$  nos grupos com agente branqueador e uma diminuição estatisticamente significativa dos componentes  $a^*$  e  $b^*$  nos grupos com condicionamento ácido prévio. A resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) apresentou uma diminuição estatisticamente significativa no GePC30.

**Conclusão:** Um condicionamento ácido prévio de 15 segundos aquando do branqueamento interno providencia um aumento do valor e uma diminuição do croma do dente, sem afetar a resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS).

**Palavras-chave:** branqueamento interno; condicionamento ácido prévio; CIE  $L^*a^*b^*$ ; microtração





## Abstract

**Purpose:** To assess the influence of prior acid etching on internal bleaching with 16% carbamide peroxide for 15 and 30 seconds at CIE L\*a\*b\* parameters and microtensile bond strength ( $\mu$ TBS).

**Materials and Methods:** Twenty sound human molars extracted less than 6 months prior were randomly assigned into 4 groups: GC (n = 5) - control group; GPC (n = 5) - 16% carbamide peroxide application; GePC15 (n = 5) – 37,5% orthophosphoric acid application during 15 seconds prior to 16% carbamide peroxide use; GePC30 (n = 5) – 37,5% orthophosphoric acid application for 30 seconds before 16% carbamide peroxide use. Internal bleaching was performed for 21 days and the CIE L\*a\*b\* parameters were measured before and after this period. After holding fifteen days, the restoration was performed with composite resin. The specimens were sectioned in  $1\pm0,2$  mm<sup>2</sup> sticks and stored for 24 hours in distilled water at 37 °C. Afterwards, they were submitted to the microtensile bond strenght ( $\mu$ TBS) test until fracture occurred and the strength value, area adhered and type of failure were registered. The value of the microtensile bond strength ( $\mu$ TBS) was calculated in MPa. The results were statistically analyzed by t-Student test, one-way ANOVA test, Tukey's test and a Pearson Chi-Square test.

**Results:** There was a statistically significant increase in the L\* parameter for the bleaching agent groups and a statistically significant decrease of the a\* and b\* components in the groups with prior acid etching. Microtensile bond strength ( $\mu$ TBS) revealed a statistically significant decrease in group GePC30.

**Conclusion:** A prior 15 second acid etching upon internal bleaching provides an increase value and a decrease chroma, without affecting the microtensile bond strength ( $\mu$ TBS).

**Keywords:** internal bleaching; prior acid etching; CIE L\*a\*b\*; microtensile



## Índice Geral

<b>I. INTRODUÇÃO</b>	13
<b>1. Morfologia Dentária</b>	13
1.1. Esmalte	13
1.2. Dentina	14
1.3. Polpa	15
<b>2. Cor</b>	16
2.1. Percepção da Cor	16
2.2. Sistema de Cor de Munsell	17
2.3. Sistema CIE L*a*b*	17
2.4. Medição da Cor	18
<b>3. Branqueamento Dentário</b>	20
3.1. Pigmentação Dentária	20
3.1.1. Pigmentação Extrínseca	20
3.1.2. Pigmentação Intrínseca	21
3.2. Agentes Branqueadores	21
3.2.1. Peróxido de Hidrogénio	22
3.2.2. Peróxido de Carbamida	22
3.2.3. Legislação	23
3.3. Mecanismo de Ação	24
3.4. Técnicas de Branqueamento Dentário	25
3.4.1. Branqueamento de Dentes Não Vitais	26
3.4.1.1. Técnica <i>Walking Bleach</i>	26
3.4.1.2. Branqueamento Externo e Interno Simultâneo	28
3.4.1.3. Prognóstico do Branqueamento Interno	29
3.4.1.4. Complicações e Riscos do Branqueamento Interno	29
3.5. Condicionamento Ácido Prévio (CAP) no Protocolo de Branqueamento Interno	30
<b>4. Adesão</b>	31
4.1. Adesão ao Esmalte e Dentina	31
4.2. Sistemas Adesivos	32
4.2.1. Sistemas Adesivos <i>Etch &amp; Rinse</i> de 3 Passos	33
<b>5. Quantificação da Resistência Adesiva</b>	34
5.1. Teste de Microtração - $\mu$ TBS	35

<b>II. OBJETIVOS DO ESTUDO .....</b>	<b>37</b>
<b>III. HIPÓTESES DO ESTUDO .....</b>	<b>37</b>
<b>IV. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>39</b>
1. Amostra de Estudo.....	39
2. Materiais .....	39
3. Preparação da Amostra.....	41
4. Distribuição da Amostra .....	42
5. Registo da Cor Inicial.....	42
6. Branqueamento Interno – Técnica <i>Walking Bleach</i> .....	44
7. Registo da Cor Final.....	47
8. Restauração com Resina Composta .....	48
9. Quantificação da Resistência Adesiva à Microtração ( $\mu$ TBS).....	50
10. Análise Estatística .....	52
<b>V. RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
1. Análise da Alteração da Cor .....	55
1.1. CIE L*a*b*.....	55
1.1.1. Parâmetro L*.....	55
1.1.2. Parâmetro a* .....	56
1.1.3. Parâmetro b* .....	56
1.1.4. $\Delta E$ .....	57
1.2. Escala <i>Vita Classical AI-D4®</i> .....	58
2. Análise da Resistência Adesiva à Microtração ( $\mu$ TBS) .....	59
2.1. Análise do Tipo de Fratura .....	60
<b>VI. DISCUSSÃO.....</b>	<b>63</b>
<b>VII. CONCLUSÃO .....</b>	<b>71</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>73</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> – O sistema CIE L*a*b* (adaptado de Joiner, 2004) .....	18
<b>Figura 2</b> – Ilustração das fases do processo de branqueamento dentário: difusão, interação e alterações na superfície dentária (Known & Wertz, 2015) .....	25
<b>Figura 3</b> – Micrómetro de tecidos duros ( <i>Accutom-50, Struers A/S, Ballerup, Denmark</i> ) e corte único dos espécimes.....	41
<b>Figura 4</b> – Remoção do conteúdo da câmara pulpar e seu preenchimento com cola de cianoacrilato ( <i>Zapit, Dental Ventures of America, Corona, CA, USA</i> ) .....	41
<b>Figura 5</b> – A – Frasco com base e “mini-chave” de silicone de adição <i>putty</i> ; B – Frasco na caixa preta cedida pelo fabricante .....	43
<b>Figura 6</b> – Sequência da calibração do espectrofotômetro <i>SpectroShade™ Micro (MHT S.p.A, Italia)</i> .....	43
<b>Figura 7</b> – Preparação Classe I (oclusal) e confirmação das medidas estipuladas .....	44
<b>Figura 8</b> – Ilustração do protocolo utilizado na 1ª sessão nos 4 grupos experimentais..	46
<b>Figura 9</b> – Estufa de incubação ( <i>Memmert INE 400, Memmert, Germany</i> ).....	47
<b>Figura 10</b> - Ilustração do protocolo utilizado na restauração com resina composta .....	49
<b>Figura 11</b> - A - Máquina de testes universal ( <i>Shimadzu Autograph AG-IS, Tokyo, Japan</i> ); B - palito pronto a ser submetido ao teste .....	51
<b>Figura 12</b> - Exemplificação dos tipos de falha: 1-Adesiva; 2-Coesiva em Resina Composta; 3-Coesiva em Dentina; 4-Falha Mista.....	52
<b>Figura 13</b> - Valores médios do $\Delta E$ dos grupos experimentais .....	57
<b>Figura 14</b> - Valores médios e desvios-padrão da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS), em MPa .....	59
<b>Figura 15</b> - Distribuição do tipo de falha (%) por grupo experimental .....	60



## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Materiais utilizados na investigação, bem como o nome comercial, composição, lote e validade .....	40
<b>Tabela 2</b> - Algarismos atribuídos a cada cor da escala <i>VITA Classical A1-D4®</i> ordenada por valor, de forma decrescente .....	42
<b>Tabela 3</b> - Protocolo realizado no Grupo GC .....	45
<b>Tabela 4</b> - Protocolo realizado no Grupo GPC .....	45
<b>Tabela 5</b> - Protocolo realizado no Grupo GePC15 .....	45
<b>Tabela 6</b> - Protocolo realizado no Grupo GePC30 .....	46
<b>Tabela 7</b> - Protocolo realizado na restauração com resina composta .....	48
<b>Tabela 8</b> - Valores médios de $L^*$ , iniciais e finais, e do $\Delta L^*$ , os desvios-padrão e o valor de $p$ .....	55
<b>Tabela 9</b> - Valores médios de $a^*$ , iniciais e finais, e do $\Delta a^*$ , os desvios-padrão e o valor de $p$ .....	56
<b>Tabela 10</b> - Valores médios de $b^*$ , iniciais e finais, e do $\Delta b^*$ , os desvios-padrão e o valor de $p$ .....	57
<b>Tabela 11</b> - Valores das medianas e amplitudes interquartil da escala <i>Vita Classical A1-D4®</i> , iniciais e finais, e de $p$ .....	58
<b>Tabela 12</b> - Valores médios e desvios-padrão da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS), em MPa .....	59
<b>Tabela 13</b> - Distribuição do tipo de falha (%) por grupo experimental. PT: falhas pré-teste.....	60





## Lista de Siglas e Abreviaturas

**μm** - micrómetro

**μTBS** – *Microtensile Bond Strength*

**Aprox.** – aproximadamente

**BDH** – Banco de Dentes Humano

**Bis-GMA** – Bisfenol-A Glicidilmetacrilato

**BTH** – Butilhidroxitolueno

**CAP** – Condicionamento Ácido Prévio

**CDUEM** – Clínica Dentária Universitária Egas Moniz

**DMA** – Dimetacrilato

**GDMA** – Glicol Dimetacrilato

**GPDM** – Glicerol Fosfato Dimetacrilato

**HEMA** – 2 - Hidroxietilmetacrilato

**ISCSEM** – Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz

**ISO** – *International Organization for Standardization*

**IUEM** – Instituto Universitário Egas Moniz

**JAC** – Junção Amelocimentária

**JAD** – Junção Amelodentinária

**JCD** – Junção Cimentodentinária

**LED** – *Light Emitting Diode*

**MDPB** – 12-Metacriloiloxidodecilpiridínio

**mm** - milímetro

**mm/min** – milímetros por minuto

**mm<sup>2</sup>** – milímetro quadrado

**MMEP** – Mono-2-(metacriloiloxi)ftalato de Etilo

**MPa** – Megapascal

**mW/cm<sup>2</sup>** – miliwatt por centímetro quadrado

**N** – Newton

**nm** – nanómetros

**ODMAB** – 2-(Etilhexil)-4-(dimetilamino)benzoato

**OMD** – Ordem dos Médicos Dentistas

**p** – Nível de Significância Estatística

**PC** – Peróxido de Carbamida

**PH** – Peróxido de Hidrogénio

**PS** – Perborato de Sódio

**UDMA** – Dimetacrilado de Uretano

**UE** – União Europeia



## I. INTRODUÇÃO

### 1. Morfologia Dentária

A estrutura coronária do dente é constituída por esmalte, dentina e polpa (Polo, Polo, Montero, de Parga, & Viñuela, 2015). Estes tecidos podem ser sujeitos a alterações morfológicas com afetação das propriedades de transmissão e reflexão da luz, comprometendo, assim, a aparência estética (Plotino, Buono, Grande, Pameijer, & Somma, 2008; Watts & Addy, 2001).

Devido às propriedades químicas e estruturais do esmalte e dentina, a adesão a estes substratos manifesta-se com características diferentes, discutidas em capítulo adiante (Perdigão, 2007).

#### 1.1. Esmalte

O esmalte é o tecido mineralizado mais externo da coroa anatómica do dente, tendo importância do ponto de vista estético e protetional dos tecidos subjacentes, dentina e polpa (Hilton, Ferracane, & Broome, 2013). É considerado o tecido mais mineralizado e duro do corpo humano (Kwon & Wertz, 2015).

Em termos de composição química, apresenta, em peso, cerca de 96% de matéria inorgânica (Perdigão, 2007; Sezinando, 2014), os cristais de hidroxiapatite, sendo a restante percentagem ocupada por água (3%) e matéria orgânica (1%) (Kwon & Wertz, 2015), como amelogeninas, ameloblastinas, tufelinas e, em menor concentração, proteoglicanos e lípidos (Ghadimi et al., 2013).

Os cristais de hidroxiapatite, cuja fórmula química é  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  (Lignon, Dure-molla, Dessombz, Berdal, & Babajko, 2015), apresentam oligoelementos, sendo a organização estrutural e tamanho dos cristais um fator determinante das propriedades óticas e mecânicas do esmalte (Ghadimi et al., 2013).

A organização estrutural consiste em prismas ou bastões dispostos perpendicularmente à superfície dentinária, seguindo um trajeto mais horizontal em cervical e mais vertical próximo das pontas das cúspides (Nanci, 2013).

Quanto às propriedades óticas, o esmalte apresenta translucidez e a variação da sua cor, de um padrão amarelo-claro até um branco-acinzentado, prende-se com o facto de

apresentar diferentes espessuras no sentido cervico-incisal, onde a dentina subjacente, de tom amarelado, se manifesta (Nanci, 2013).

## **1.2. Dentina**

A dentina é, à semelhança do esmalte, um tecido mineralizado constituído por cristais de hidroxiapatite. No entanto, difere deste ao nível da composição química, apresentando, em peso, apenas 70% de matéria inorgânica, 20% de matéria orgânica e 10% de água (Kwon & Wertz, 2015; Linde & Goldberg, 1993).

A organização estrutural da dentina é, também ela, diferente do esmalte, apresentando túbulos dentinários que atravessam a espessura desta (Linde & Goldberg, 1993), desde da polpa até à junção amelodentinária (JAD) ou junção cimentodentinária (JCD) (Heymann, Swift, Ritter, & Sturdevant, 2013). Existem em maior número perto da câmara pulpar (45.000 a 65.000 por mm<sup>2</sup>) do que na JAD (15.000 a 20.000 por mm<sup>2</sup>) (Heymann et al., 2013), contemplando um lúmen rodeado por dentina peritubular. Entre eles, encontra-se uma estrutura rica em colagénio tipo I, a dentina intertubular (Goldberg, Kulkarni, Young, & Boskey, 2012).

Os túbulos dentinários apresentam 2 a 3 µm de diâmetro, contendo dentro do seu lúmen os prolongamentos citoplasmáticos dos odontoblastos, cujo corpo celular se localiza na periferia da polpa (Goldberg et al., 2012). Por esta razão, este tipo de célula é considerada parte da dentina e da polpa, contribuindo, assim, para a formação do complexo pulpo-dentinário (Heymann et al., 2013).

O complexo pulpo-dentinário é dinâmico e depende da capacidade de reação dos odontoblastos perante estímulos, quer fisiológicos ou patológicos (Heymann et al., 2013). Assim sendo, podemos considerar a dentina um tecido “sinalizador” e protetor da vitalidade do dente.

Ao longo do desenvolvimento e manutenção da dentina, pode identificar-se a dentina primária, secundária, terciária (reparadora, reacionária) e esclerótica (Heymann et al., 2013). A dentina primária forma-se até o dente se encontrar em função, ou seja, até contactar com os dentes antagonistas (Goldberg et al., 2012). Imediatamente após esta cessação, inicia-se a deposição da dentina secundária, que permanece ao longo da vida, embora a uma taxa reduzida (Goldberg et al., 2012; Heymann et al., 2013). Quanto à dentina terciária, pode distinguir-se a reacionária da reparadora, em que a primeira é

sintetizada por odontoblastos (Goldberg et al., 2012) e deposita-se em resposta a baixos estímulos (Hilton et al., 2013). Por outro lado, a reparadora é produzida por células progenitoras da polpa (Goldberg et al., 2012) aquando de uma exposição pulpar direta (Hilton et al., 2013). A dentina esclerótica resulta de uma hipermineralização ao nível dos túbulos dentinários, ocorrendo a oclusão do lúmen destes (Hilton et al., 2013).

A deposição de dentina secundária com a idade torna o dente mais escuro e mais opaco, aumentando o seu croma (Alqahtani, 2014).

### **1.3. Polpa**

A polpa, ao contrário dos dois tecidos anteriormente descritos, não é mineralizada. Apresenta cerca de 75% de água e 25% de matéria orgânica (Hilton et al., 2013).

Esta estrutura viscosa (Hilton et al., 2013) contempla, entre outros, vasos sanguíneos e linfáticos, nervos e células de tecido conjuntivo, como odontoblastos e fibroblastos (Heymann et al., 2013).

Segundo Heymann et al. (2013), são identificadas quatro funções deste tecido especializado: a nutritiva, suprimindo as necessidades dos tecidos em redor; a formativa, através da deposição de dentina pelos odontoblastos; a sensorial, mediada pelas fibras nervosas; e a defensiva, desencadeando respostas imunológicas e de formação de barreiras de dentina reparadora.

Aquando de um estímulo irritante severo, a polpa, à semelhança de outros tecidos conjuntivos, desencadeia um processo de inflamação. No entanto, este pode desenvolver um estado de irreversibilidade e, até mesmo, culminar em necrose, uma vez que a polpa está rodeada por uma estrutura rígida, o que limita a resposta inflamatória e a capacidade de resolução (Heymann et al., 2013).

Uma das características da cavidade pulpar é o facto desta ter tendência a diminuir de tamanho com o avançar da idade (Heymann et al., 2013; Joiner, 2004).

## **2. Cor**

### **2.1. Percepção da Cor**

A cor dos dentes é percebida após um fenómeno psicofísico entre a interação física da energia luminosa com o dente e a capacidade subjetiva do indivíduo que observa (Joiner, 2004). Perante isto, é importante que o médico-dentista seja treinado (Watts & Addy, 2001) a adquirir esta aptidão, por forma a escolher uma cor ideal, nomeadamente, aquando de restaurações, onde se pretende recriar ao máximo a estrutura dentária natural (Joiner & Luo, 2017).

Quando a luz incide na peça dentária, ocorre a dispersão desta, seguindo um trajeto irregular através do dente. De seguida, emerge na superfície e atinge o olho do observador. São os cristais de hidroxiapatite do esmalte e os túbulos dentinários da dentina os responsáveis por esta dispersão da luz (Joiner, 2004). No entanto, Bosch & Coops (1995) demonstraram num estudo que era a dentina a principal responsável pela cor do dente, enquanto o esmalte desempenhava um menor papel na dispersão. O esmalte ao ser translúcido não camufla totalmente a cor da dentina subjacente, levando a que esta tenha uma importância significativa na determinação da cor (Joiner & Luo, 2017).

A combinação da cor intrínseca do dente com pigmentações intrínsecas e extrínsecas gera a cor observada (Joiner & Luo, 2017; Plotino et al., 2008). A dispersão da luz e a absorção desta quer na superfície, quer no interior da estrutura dentária vão determinar a cor intrínseca. Aliado a isto, a formação de zonas coloridas dentro da película adquirida à superfície dentária, designadas por pigmentações extrínsecas, também influenciam a cor (Joiner & Luo, 2017).

A percepção da cor é afetada por fatores como a fonte de luz, a hora do dia, condições em redor e o ângulo de observação do dente. Devido ao facto da luz apresentar vários comprimentos de onda, o mesmo dente, sob condições de observação distintas, pode apresentar cor diferente, efeito designado por metamerismo. De forma a reduzir este fenómeno, é aconselhada uma padronização da fonte de luz aquando da seleção da cor (Watts & Addy, 2001).

Geralmente, inúmeras cores compõem os dentes, ocorrendo uma gradação de cor em cada peça dentária, desde do bordo incisal/cúspide até à margem gengival, onde transmite uma aparência escurecida. Os caninos, em comparação com os incisivos, surgem, na maior parte das pessoas, com uma coloração mais escura (Watts & Addy, 2001).

## 2.2. Sistema de Cor de Munsell

Segundo Munsell, a cor pode ser descrita em matiz, valor e croma. O matiz diz respeito a diferentes famílias de cores, como vermelhos, azuis e verdes. O valor corresponde à luminosidade do matiz, numa escala que varia de preto a branco. O croma refere-se à intensidade da cor, ou seja, grau de saturação (Cochrane & Munsell, 2014; Joiner, 2004; Watts & Addy, 2001).

Perante este sistema, é atribuída uma letra ao matiz e um número quer ao croma, quer ao valor. Este autor dispôs ainda todas as cores num sólido tridimensional de três eixos, correspondendo ao matiz, valor e croma (Cochrane & Munsell, 2014).

Com o desenrolar do tempo, a dentina torna-se mais escura e opaca devido à formação de dentina secundária e terciária (Alqahtani, 2014). Isto, associado à diminuição da espessura do esmalte, culmina com dentes mais escuros (Alqahtani, 2014; Watts & Addy, 2001), repercutindo-se num aumento do croma e numa diminuição do valor (Joiner, 2004).

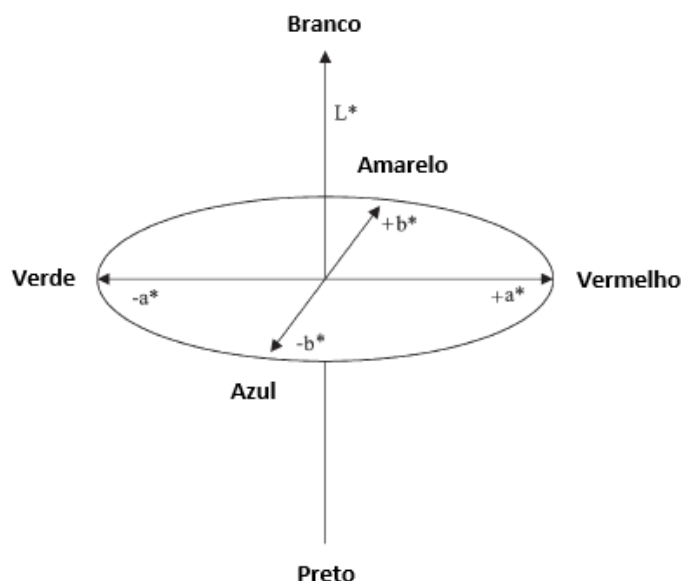
## 2.3. Sistema CIE $L^*a^*b^*$

Em 1931, a *Commission Internationale de l'Éclairage* (CIE), destinada à padronização de vertentes como a cor e a aparência, definiu uma fonte de luz padronizada, determinou um observador padrão e possibilitou o cálculo de valores tristimulares, que traduzem a forma como a visão humana reage perante a cor (Joiner, 2004).

O sistema CIE  $L^*a^*b^*$  foi definido em 1976 e suporta a teoria da perceção da cor baseada em três recetores presentes no olho humano (vermelho, azul e verde). Este sistema dispõe-se num espaço de cor tridimensional, em que os três eixos equidistantes representam  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . (Joiner, 2004)

O valor de  $L^*$  diz respeito à luminosidade da cor, variando entre 0 (preto) e 100 (branco). O eixo do  $a^*$  refere-se ao croma da cor em quantidade de vermelho (valor positivo) ou de verde (valor negativo). Quanto ao eixo do  $b^*$ , este dá-nos o croma em quantidade de amarelo (valor positivo) ou azul (valor negativo) da cor (Ekici, Alaçam, Kivanç, & Gürel, 2016; Ioannidis, Beltes, Lambrianidis, Kapagiannidis, & Karagiannis, 2013; Joiner, 2006). A aproximação de 0 ao nível das coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  corresponde a

cores neutras, enquanto o aumento nestes valores dita uma cor saturada ou intensa (Joiner, 2006). Na Figura 1, encontram-se os três eixos do sistema CIE  $L^*a^*b^*$ .



**Figura 1** – O sistema CIE  $L^*a^*b^*$  (Adaptado de Joiner, 2004)

Quando este sistema é utilizado em medições objetivas da cor do dente, geralmente, o valor de  $L^*$  encontra-se entre os 60 e 95, o de  $a^*$  entre -2 e 10 e o de  $b^*$  entre 8 e 25 (Goodacre & Sagel, 2011).

Com o envelhecimento, os dentes tendem a ficar mais escuros e amarelos, além de aumentar a quantidade de vermelho, principalmente ao nível do bordo incisal, o que tem repercussão nos valores do CIE  $L^*a^*b^*$  (Joiner, 2004). Aquando do branqueamento, os valores deste sistema também são alterados, uma vez que o dente aumenta a sua luminosidade, aumentando o  $L^*$ , e diminui a cromaticidade vermelha e amarela, diminuindo o  $a^*$  e  $b^*$ , respetivamente (Goodacre & Sagel, 2011; Pan & Westland, 2018).

## **2.4. Medição da Cor**

A medição da cor na prática clínica tem bastante relevância, nomeadamente, na escolha da cor correta dos materiais restauradores (Joiner & Luo, 2017) e no controlo aquando do branqueamento dentário (Joiner, 2004).

Vários métodos são utilizados para seleção da cor adequada, desde comparações visuais subjetivas, recorrendo a escalas de cor, até instrumentos de quantificação objetiva,



tais como espectrofotômetros, colorímetros, espectralradiômetros e técnicas de análise digital de imagens (Joiner, 2004; Joiner & Luo, 2017).

A comparação através de escalas de cor, como a *VITA Classical A1-D4® shade guide* (*VITA Zahnfabrik*, Bad Säckingen, Germany), é o método mais utilizado pelos Médicos Dentistas, dada a rapidez e baixo custo. No entanto, é considerado inconsistente ao estar dependente de fatores como iluminação, idade, sexo, fadiga ocular, daltonismo (Antoniadou, Antonios, Afrodite, & Vasileios, 2015; Joiner, 2004; Joiner & Luo, 2017).

Os espectrofotômetros são instrumentos de medição objetiva que medem a quantidade de energia luminosa refletida pelo dente, entre intervalos de 1 a 25 nm do espectro visível (Chu, Trushkowsky, & Paravina, 2010; Joiner & Luo, 2017). Após captar a reflexão, convertem-na em coordenadas de cor, como o sistema de cor CIE  $L^*a^*b^*$ , e em vários tons de cor (Joiner & Luo, 2017). Vários estudos demonstraram que era um método bastante preciso em relação às escalas de cor (Joiner & Luo, 2017), apresentando um bom nível de confiança e reprodutibilidade (Ioannidis et al., 2013). A fraca adesão ao uso de espectrofotômetro na prática clínica deve-se ao facto de ser um equipamento caro e de grande complexidade, além da dificuldade em ser utilizado na cavidade oral (Joiner, 2004).

O sistema CIE  $L^*a^*b^*$  fornecido por espectrofotômetros pode ser usado para quantificar as alterações de cor em branqueamentos dentários (Goodacre & Sagel, 2011), sendo útil aferir, não só através da alteração dos parâmetros deste, como também a partir da diferença total entre cores, representada pelo  $\Delta E$  (Joiner & Luo, 2017). Perante isto, foi definida a seguinte fórmula:  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$  (Ioannidis et al., 2013), onde o  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  representam a diferença entre os valores finais e iniciais de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , respetivamente (Goodacre & Sagel, 2011).

O  $\Delta E$ , no fundo, traduz a intensidade da mudança de cor que pode ser detetada pelo olho humano, onde valores superiores a 3,7 dizem respeito a diferenças visíveis e clinicamente não aceitáveis, em estudos de pigmentação dentária. Quando o valor é inferior a 1, a diferença não é clinicamente observável. Posto isto, valores entre 1 e 3,7 correspondem a uma alteração de cor visível e clinicamente aceitável (Ioannidis, Beltes, Lambrianidis, Kapagiannidis, & Karagiannis, 2012).

No entanto, é necessário algum cuidado na interpretação do valor do  $\Delta E$ , uma vez que não nos fornece a qualidade ou direção (Ioannidis et al., 2012) da alteração de cor, ou

seja, não nos permite aferir em que coordenada houve alteração ( $\Delta$ ), tal como não nos informa se foi por diminuição (-) ou aumento (+) (Goodacre & Sagel, 2011).

### **3. Branqueamento Dentário**

#### **3.1. Pigmentação Dentária**

O branqueamento dentário tem tido uma crescente procura, por parte da população (Joiner & Luo, 2017). As descolorações dentárias podem ter um impacto negativo no comportamento social e psicológico dos pacientes (Mohammadi, Kimyai, Navimipour, Soleimanzadeh, & Bonab, 2010). Este tratamento é uma ótima opção terapêutica por ter carácter conservador. O prognóstico e resultado do tratamento estão dependentes de um diagnóstico preciso da causa da descoloração, remetendo para uma capacidade acrescida do profissional em compreendê-la (Plotino et al., 2008).

A descoloração, quanto à localização, pode ser classificada como pigmentação extrínseca ou intrínseca (Alqahtani, 2014; Plotino et al., 2008; Watts & Addy, 2001).

Quanto à pigmentação extrínseca, esta pode ser facilmente removida através de agentes abrasivos e de polimento durante a profilaxia dentária e controlada com a utilização frequente de pasta dentífrica (Alqahtani, 2014; Joiner & Luo, 2017; Plotino et al., 2008). Por outro lado, quando se trata de pigmentação intrínseca, uma das abordagens utilizadas é a de branqueamento dentário (Alqahtani, 2014; Joiner & Luo, 2017).

##### **3.1.1. Pigmentação Extrínseca**

A presença de agentes pigmentantes na superfície externa dentária, principalmente, na película aderida, está na origem da pigmentação extrínseca (Alqahtani, 2014). Estes provêm do consumo regular de certos alimentos e bebidas (vinho, café, chá, laranjas, entre outros), tabagismo, colutórios (clorohexidina) ou da placa bacteriana associada a uma escovagem deficiente (Alqahtani, 2014; Joiner & Luo, 2017; Plotino et al., 2008).

O fator tempo tem impacto neste tipo de pigmentação, uma vez que as manchas escurecem e tornam-se mais resistentes (Alqahtani, 2014).

### **3.1.2. Pigmentação Intrínseca**

A pigmentação intrínseca está associada à presença de compostos pigmentantes no esmalte e dentina (Plotino et al., 2008; Ramos, 2009). Esta também pode estar associada a alterações na composição estrutural do dente (Watts & Addy, 2001), apresentando causas sistêmicas e locais (Plotino et al., 2008).

Dentro das causas sistêmicas encontra-se o consumo de medicamentos (tetraciclina), os distúrbios metabólicos (calcificação distrófica e fluorose) e as condições genéticas (porfíria eritropoiética congênita, fibrose cística do pâncreas, hiperbilirubinemia, amelogenese imperfeita e dentinogenese imperfeita). A necrose pulpar, hemorragia intrapulpar, remanescentes pulpares após tratamento endodôntico, materiais endodônticos e restauradores, reabsorção radicular, traumatismos dentários e a idade são causas locais (Plotino et al., 2008; Watts & Addy, 2001).

Por vezes, a presença de defeitos dentários permite a internalização de substâncias pigmentantes do exterior dentro da estrutura do esmalte e dentina (Watts & Addy, 2001). Estas são as mesmas que promovem a pigmentação extrínseca, destacando-se as provenientes da dieta e do tabagismo (Alqahtani, 2014; Watts & Addy, 2001).

As restaurações em amálgama são também uma causa de incorporação de substâncias, especificamente de mercúrio, que atravessa os túbulos dentinários e reage com iões sulfeto, conferindo uma tonalidade cinza escura a preta à dentina (Watts & Addy, 2001).

### **3.2. Agentes Branqueadores**

Geralmente, os agentes branqueadores apresentam substâncias ativas e inativas (Alqahtani, 2014). Embora haja uma variedade de componentes ativos, atualmente, o peróxido de hidrogénio (PH) é o mais comum, podendo ser utilizado diretamente ou derivado do peróxido de carbamida (PC) (Alqahtani, 2014; Dahl & Pallesen, 2003; Kwon & Wertz, 2015; Plotino et al., 2008; Tredwin, Naik, Lewis, & Scully CBE, 2006). O perborato de sódio (PS) também gera PH (Dahl & Pallesen, 2003; Kwon & Wertz, 2015; Plotino et al., 2008), no entanto, tem implicações médico-legais, descritas em capítulo adiante. Como inativos, incluem-se os espessantes (carbopol), o veículo (glicerina, propilenoglicol), surfactantes, conservantes (metil, propilparabeno) e aromatizantes (Alqahtani, 2014).

### **3.2.1. Peróxido de Hidrogénio**

O PH, cuja fórmula química é  $H_2O_2$  (Kwon & Wertz, 2015), tem sido utilizado em larga escala, em concentrações que variam entre os 3% e os 40% (Alqahtani, 2014). Este líquido incolor (Kwon & Wertz, 2015; Tredwin et al., 2006) apresenta uma viscosidade ligeiramente superior à da água (Kwon & Wertz, 2015) e um sabor amargo (Tredwin et al., 2006). Devido ao seu baixo peso molecular, consegue facilmente difundir-se nas estruturas dentárias, esmalte e dentina, incluindo os túbulos dentinários (Hilton et al., 2013; Kwon & Wertz, 2015; Plotino et al., 2008). Apresenta uma alta solubilidade em água, gerando uma solução ácida (Tredwin et al., 2006).

Trata-se de um composto oxidante forte (Dahl & Pallesen, 2003; Plotino et al., 2008) que gera radicais livres aquando da sua dissociação, como os radicais hidroxilo ( $HO\cdot$ ), radicais perhidroxilo ( $HOO\cdot$ ), aniões perhidroxilo ( $HOO^-$ ) e aniões superóxido ( $OO\cdot^-$ ) (Alqahtani, 2014).

### **3.2.2. Peróxido de Carbamida**

O PC,  $CH_6N_2O_3$ , trata-se de um sólido cristalino branco (Plotino et al., 2008) e tem sido usado no branqueamento dentário em concentrações que oscilam entre os 10% e os 35% (Kwon & Wertz, 2015).

Este composto dissocia-se em ureia e PH (Hilton et al., 2013; Kwon & Wertz, 2015; Plotino et al., 2008; Tredwin et al., 2006), onde 2,77% de PC corresponde a 1% de PH (*Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário*, 2013). Assim, 10% de PC gera cerca de 3,5% de PH e cerca de 6,5% de ureia (Hilton et al., 2013; Kwon & Wertz, 2015). Esta última origina dióxido de carbono e amónia, a qual pode conferir efeitos benéficos ao permitir um aumento do pH (Dahl & Pallesen, 2003; Hilton et al., 2013). Quando se trata de 16,62% de PC, há uma correspondência de 6% de PH (*Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário*, 2013).

Em comparação com o PH, o PC apresenta uma degradação mais lenta, permanecendo por mais tempo em contacto com as estruturas dentárias (Tredwin et al., 2006). Além disto, a presença de carbopol na constituição dos produtos com PC promove um retardar na libertação do PH, contribuindo para uma maior efetividade (Barghi & Godwin, 1994; Cristina, Bacci, & Martão, 2007; Kwon & Wertz, 2015).

### 3.2.3. Legislação

Os produtos de branqueamento dentário estão sujeitos a determinadas normas para que possam ser utilizados com a devida segurança nos pacientes. Segundo a Comissão Europeia, são considerados produtos cosméticos ao invés de dispositivos médicos (*Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário*, 2013).

Portugal, ao ser um Estado-Membro da União Europeia, está dependente das regras decretadas pelo Conselho da União Europeia. Assim sendo, a Ordem dos Médicos Dentistas (OMD) emitiu, a 07 de Outubro de 2013, o documento “Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário”, com vista a informar os Médicos Dentistas. Este baseia-se na Diretiva 2011/84/EU do Conselho da União Europeia de 20 de Setembro de 2011, publicada no Jornal Oficial da União Europeia, que visa a revisão das legislações dos Estados-Membros no que diz respeito aos produtos cosméticos (*Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário*, 2013).

Na publicação *Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário* (2013), foram estipuladas condutas consoante o valor de concentração dos produtos de branqueamento que contêm PH ou outros compostos ou misturas que são passíveis de o libertar, como o PC e o PS.

Quando se trata de produtos orais que contêm valores até 0,1% de PH, nomeadamente, colutórios, pastas de dentes e produtos para branqueamento dentário (*Directiva 2011/84/UE do Conselho*, 2011), estes estão presentes no mercado consumidor como produtos de venda livre, sob vigilância do INFARMED – Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, I.P., pressupondo a existência de um responsável pela sua colocação. Devem cumprir todas as exigências de rotulagem, contendo as indicações dos cuidados de aplicação, modo de utilização, função do produto em língua portuguesa e lista de ingredientes precedida da palavra “ingredientes” pela ordem de concentração destes (*Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário*, 2013).

No que diz respeito aos produtos que contêm valores compreendidos entre os 0,1% e os 6% de PH, como os de branqueamento dentário, estes só podem ser adquiridos por Médicos Dentistas ou Médicos Estomatologistas, ou seja, é proibida a venda livre e direta ao paciente/consumidor. A primeira aplicação deve ser feita em contexto clínico e executada pelo Médico Dentista ou sob o seu controlo direto, caso haja garantia de um nível equivalente de segurança. As aplicações subsequentes podem ser realizadas em casa

pelos próprios pacientes desde que o produto seja disponibilizado por um Médico Dentista e com o devido acompanhamento. Neste processo, devem ser respeitadas determinadas condições, como um exame clínico apropriado, por forma a garantir a ausência de fatores de risco ou condições patológicas orais preocupantes, e uma exposição limitada a produtos com estas concentrações, de modo a garantir que são usados tal como pretendido, em termos de frequência e duração da aplicação. É de referir que é proibida a aplicação em pacientes com idade inferior a 18 anos. A embalagem do produto deve conter a concentração de PH, presente ou libertado, em percentagem (*Directiva 2011/84/UE do Conselho*, 2011; *Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário*, 2013).

Quanto à comercialização de produtos com concentrações de PH superiores a 6% ou equivalente, esta está impedida, não sendo possível a utilização destes pelos profissionais (*Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário*, 2013).

Em suma, as concentrações máximas permitidas, em Portugal, são de 6% de PH e cerca de 16% de PC (*Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário*, 2013).

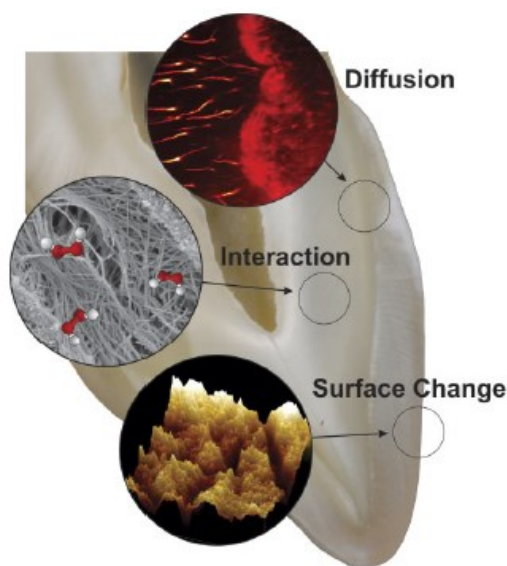
A utilização de PS e de ácido perbórico, pertencentes ao grupo dos boratos, está proibida pela Comissão Europeia, dado o perigo que acarretam para a saúde. Os boratos estão classificados na categoria de substâncias cancerígenas, mutagénicas ou tóxicas para a reprodução, pela União Europeia (Ordem dos Médicos Dentistas, 2015).

### **3.3. Mecanismo de Ação**

Embora haja uma grande utilização dos produtos de branqueamento, o seu mecanismo de ação ainda não está bem explicado (Alqahtani, 2014; Kwon & Wertz, 2015). Atualmente, prevalece a teoria que as substâncias pigmentantes são oxidadas em compostos incolores, permitindo uma mudança na perceção da cor do dente (Kwon & Wertz, 2015).

No processo de branqueamento dentário podem distinguir-se três fases: difusão, interação e alteração da superfície dentária (Figura 2). Assim sendo, inicialmente ocorre a difusão do PH pelos espaços interprismáticos do esmalte e túbulos dentinários da dentina, uma vez que estes tecidos duros são altamente permeáveis (Kwon & Wertz, 2015). Na fase de interação, ocorre a reação entre os radicais livres provenientes da

dissociação do PH e as substâncias pigmentantes. Estas são moléculas de natureza orgânica que contêm ligações duplas conjugadas, tais como compostos aromáticos, que possuem áreas ricas em elétrons, ou complexos metálicos, como os quelatos (Kwon & Wertz, 2015). É ao nível destas ligações duplas que ocorre uma grande absorção luminosa, conferindo tonalidade própria aos pigmentos (Ramos, 2009). São estas as zonas alvo dos radicais livres, onde estes reagem e provocam alterações na estrutura da molécula, que se torna mais pequena, menos colorada e altera o seu espectro de absorção (Alqahtani, 2014; Dahl & Pallesen, 2003). O mecanismo de branqueamento culmina com alterações na superfície dentária, de modo a modificar a reflexão da luz. É o conjunto destas fases que promove a mudança da cor dos dentes (Kwon & Wertz, 2015).



**Figura 2** – Ilustração das fases do processo de branqueamento dentário: difusão, interação e alterações na superfície dentária (Kwon & Wertz, 2015)

### 3.4. Técnicas de Branqueamento Dentário

Usualmente, o tratamento de branqueamento dentário divide-se em duas vertentes de atuação: branqueamento de dentes vitais e branqueamento de dentes não vitais. Relativamente à primeira, podem distinguir-se três técnicas: branqueamento em consultório (ou *in-office bleaching* ou *power bleaching*), branqueamento em ambulatório (ou *at-home bleaching* ou *night-guard vital bleaching*) ou branqueamento com produtos de venda livre (ou *over-the-counter bleaching products*) (Alqahtani, 2014; Hilton et al., 2013). Quanto às técnicas de branqueamento de dentes não vitais, maioritariamente, procede-se ao branqueamento interno, tendo sido descritas várias abordagens ao longo dos anos, como a técnica *walking bleach*, técnica *walking bleach* modificada, técnica *non-*

*vital power bleaching* ou termocatalítica e branqueamento interno e externo simultâneo (Alqahtani, 2014).

### **3.4.1. Branqueamento de Dentes Não Vitais**

Os dentes com tratamento endodôntico são bastante suscetíveis de sofrer pigmentação intrínseca, promovida, entre outras causas, por componentes sanguíneos provenientes de trauma ou terapêutica endodôntica ou por remanescentes de tecido necrótico na câmara pulpar (Hilton et al., 2013; Mittal, Sood, Singla, & Dhawan, 2015; Sampaio, Pinheiro, & Correia, 2010; Shinohara, Peris, Pimenta, & Ambrosano, 2005). Os produtos sanguíneos, como hemossiderina, hemina, hematina e hematóidina, penetram nos túbulos dentinários e libertam iões de ferro, que, ao reagir com o sulfeto de hidrogénio libertado pelas bactérias, originam sulfeto férrico escuro, causando alteração de cor do dente (Dahl & Pallesen, 2003; Mittal et al., 2015).

Independentemente da técnica de branqueamento de dentes não vitais, o objetivo principal é o tratamento da pigmentação intrínseca, com melhoria da aparência estética de forma conservadora e economicamente acessível, em detrimento de opções mais invasivas, como coroas e facetas (Batalha-Silva, Arcari, & Monteiro, 2013; Camps, Pommel, Aubut, & About, 2010; Dahl & Pallesen, 2003; Mittal et al., 2015; Mohammadi et al., 2010; Plotino et al., 2008; Shinohara et al., 2005).

#### **3.4.1.1. Técnica *Walking Bleach***

A abordagem pela técnica *walking bleach* é a mais utilizada como branqueamento interno de dentes não vitais e envolve a colocação dentro da câmara pulpar do produto de branqueamento, quer seja PH até 6%, quer seja PC até cerca de 16% (*Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário*, 2013), e realização de restauração provisória, repetindo-se o procedimento em intervalos, geralmente entre 5 a 8 dias, até que se atinja o objetivo pretendido (Alqahtani, 2014; Ramos, 2009).

Antes da legislação em vigor, era utilizada uma mistura de PS com água destilada, tendo sido o primórdio da técnica. Posteriormente, esta técnica modificou-se e passou-se a colocar uma mistura de 30% de PH com PS dentro da câmara pulpar durante 1 semana. Outra técnica utilizada era a *non-vital power bleaching* ou técnica termocatalítica que pressupunha a colocação de peróxido de hidrogénio (30-35%) dentro da cavidade pulpar



e, de seguida, a ativação com luz ou calor, a uma temperatura entre 50 °C e 60 °C, por 5 minutos. Depois removia-se o gel e secava-se o dente, prosseguindo-se com a técnica *walking bleach* entre visitas, avaliando-se 2 semanas depois (Alqahtani, 2014; Plotino et al., 2008). Atualmente, além da utilização dos boratos estar proibida, a concentração máxima de PH é de 6% e é neste sentido que o Médico Dentista tem de atuar, respeitando as normas decretadas em Portugal (OMD, 2015; *Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário*, 2013).

Relativamente ao procedimento clínico, este inicia-se com uma história clínica detalhada, avaliando-se a saúde periodontal e o tratamento endodôntico, com auxílio de radiografias (Plotino et al., 2008), onde deve existir uma obturação adequada, sob risco de existir difusão dos produtos de branqueamento, através do canal radicular, até aos tecidos periodontais, o que leva ao aumento da possibilidade de ocorrer reabsorção cervical externa invasiva (Dahl & Pallesen, 2003; Ramos, 2009). Assim sendo, poderá existir necessidade de tratamento ou retratamento endodôntico antes da aplicação do produto de branqueamento (Pandey, Patni, Jain, & Chaturvedi, 2018; Ramos, 2009). É igualmente importante realizar uma profilaxia profissional, com remoção de possíveis manchas extrínsecas (Plotino et al., 2008). Posteriormente, providencia-se o acesso coronário (Dahl & Pallesen, 2003; Ramos, 2009), com remoção do material restaurador e de possíveis remanescentes de material obturador e/ou tecido necrótico, sendo recomendada a limpeza da cavidade pulpar com hipoclorito de sódio após o acesso (Plotino et al., 2008). Uma vez que o material obturador não é suficiente para prevenir a difusão do PH, vários estudos indicam o selamento cervical dos canais (Dahl & Pallesen, 2003; Plotino et al., 2008; Ramos, 2009). Perante isto, é necessária a remoção do material obturador até 2 mm abaixo da JAC (junção amelocimentária), utilizando-se brocas apropriadas, como as de *Gates-Glidden* ou de *Largo*, com a colocação de 2 mm de material de barreira, como o cimento de ionómero de vidro modificado por resina (Camps et al., 2010; Hilton et al., 2013; Kehoe, 1987; Pandey et al., 2018; Plotino et al., 2008; Ramos, 2009). Após este selamento, procede-se à aplicação do produto de branqueamento dentro da cavidade pulpar e à execução da restauração provisória (Pandey et al., 2018; Ramos, 2009). O produto deve ser mudado a cada 5-8 dias, repetindo-se as aplicações até se atingir a cor adequada ou não existir alteração de cor ao fim de 2 aplicações sucessivas (Plotino et al., 2008; Ramos, 2009).

### **3.4.1.2. Branqueamento Externo e Interno Simultâneo**

Alguns autores propuseram a realização de branqueamento interno e externo ao mesmo tempo, por forma a contornar insucessos aquando do branqueamento interno isolado, em que a técnica anterior não mostrou um resultado satisfatório (Plotino et al., 2008). Esta abordagem pode ser praticada *in-office* ou *at-home*.

Quando é feita em consultório, o Médico Dentista aplica o gel de branqueamento na câmara pulpar e na face vestibular da peça dentária a tratar, aguardando cerca de 30 a 60 minutos, repetindo-se na mesma consulta ou em consultas consecutivas até se obter um resultado desejado (Ramos, 2009).

No caso da técnica em contexto ambulatorio, o paciente é instruído a aplicar o produto de branqueamento numa moldeira, por forma a contactar com a superfície vestibular e a entrar na câmara pulpar, pressupondo que esta esteja com o acesso aberto durante o procedimento. A técnica *internal-external open bleaching* apresenta resultados mais efetivos e reduz o tempo de terapêutica em cerca de 50% (Hilton et al., 2013). Esta prática acarreta alguns riscos, uma vez que a abertura coronária permite a entrada de bactérias e pigmentos que penetram dentro da dentina. É imprescindível um bom selamento dos canais, já que uma boa obturação não é suficiente para impedir a passagem de bactérias ao longo do canal, bem como dos agentes branqueadores (Plotino et al., 2008).

Uma alteração à técnica anterior é a *internal-external closed bleaching*, em que o produto é colocado na câmara pulpar e, de seguida, esta é selada com restauração provisória, realizando-se, em simultâneo, o branqueamento externo através de uma moldeira (Hilton et al., 2013).

### 3.4.1.3. Prognóstico do Branqueamento Interno

O Médico Dentista tem de gerir as expectativas do paciente e obrigação de o informar para a possibilidade de recidivas, que ocupam uma percentagem considerável de 20 a 25% (Ramos, 2009).

É expectável que um dente descolorado durante vários anos não tenha os mesmos resultados que um pigmentado recentemente. A idade também é um fator a considerar, uma vez que os dentes mais jovens são mais responsivos à terapêutica, possivelmente devido ao facto de estes apresentarem uma melhor difusão do agente de branqueamento. A causa da descoloração também afeta o *outcome*, onde a pigmentação promovida por medicamentos, materiais de obturação e restaurações metálicas apresentam um fraco prognóstico. Por outro lado, aquando de descoloração causada por trauma ou necrose, existe um bom prognóstico, chegando aos 95% de sucesso terapêutico (Plotino et al., 2008).

### 3.4.1.4. Complicações e Riscos do Branqueamento Interno

O branqueamento dentário de dentes não vitais, tal como os procedimentos em dentes vitais, pode desencadear complicações. Entre elas, destacam-se as alterações nas estruturas mineralizadas e mucosas, a sensibilidade dentária aquando do contacto com dentes vitais adjacentes, os efeitos nos mecanismos de adesão e a reabsorção cervical externa invasiva (Plotino et al., 2008).

Quanto às mudanças estruturais dos tecidos mineralizados, sobressai-se as alterações no esmalte e dentina, especialmente, a redução na microdureza do esmalte. Isto prende-se com a mudança no *ratio* entre os elementos orgânicos e inorgânicos causada pelo PH (Plotino et al., 2008).

A mucosa oral também pode ser afetada pelos produtos de branqueamento, surgindo irritações. No entanto, estas geralmente são ligeiras e transitórias (Plotino et al., 2008).

A resistência adesiva após branqueamento dentário é afetada pelas alterações que os agentes oxidantes provocam nas estruturas mineralizadas e pelos radicais livres de oxigénio presentes nestas, uma vez que estes inibem a polimerização das resinas compostas (Plotino et al., 2008; Shinohara et al., 2005). Assim sendo, é necessário esperar pelo menos 2 semanas para efetuar procedimentos restauradores que envolvam a polimerização de monómeros (Batalha-Silva et al., 2013; Shinohara et al., 2005).

A reabsorção cervical externa invasiva é uma das complicações sérias após o branqueamento interno, apresentando uma incidência de 7% (Ramos, 2009). A associação de branqueamento interno e ocorrência de trauma dentário é um fator predisponente deste tipo de reabsorção (Plotino et al., 2008). O processo responsável não se encontra bem explicado mas pensa-se que o PH difunde-se pelos túbulos dentinários, cimento e ligamento periodontal, induzindo uma resposta inflamatória que inicia uma reabsorção (Plotino et al., 2008; Shinohara et al., 2005). Assim sendo, fatores relacionados com a difusão do PH estão envolvidos na maior ocorrência de reabsorção, como os dentes jovens, onde existe maior abertura dos túbulos dentinários, sendo estes cerca de cinco vezes mais permeáveis que os dentes de pacientes mais velhos (Camps et al., 2010; Plotino et al., 2008). A aplicação de calor, como na técnica termocatalítica, também é um fator que favorece a difusão ao originar o alargamento do lúmen dos túbulos dentinários, sendo esta técnica desaconselhada atualmente ao promover efeitos nocivos (Mohammadi et al., 2010; Plotino et al., 2008).

O selamento cervical representa uma barreira à difusão do PH pelo canal radicular, onde a sua ausência pode contribuir para a ocorrência de reabsorção cervical externa invasiva (Plotino et al., 2008).

É recomendado um controlo radiográfico ao fim de um ano de tratamento com branqueamento interno, por forma a despistar uma possível reabsorção. Em caso de reabsorção, o Médico Dentista deve avaliar a extensão desta, optando por uma abordagem adequada (Plotino et al., 2008).

O peróxido de carbamida tem sido bastante recomendado como produto de branqueamento interno ao demonstrar um reduzido nível de difusão extrarradicular (Plotino et al., 2008; Shinohara et al., 2005).

### **3.5. Condicionamento Ácido Prévio (CAP) no Protocolo de Branqueamento Interno**

O sucesso da técnica de branqueamento interno está dependente da capacidade de difusão do componente ativo dos produtos de branqueamento até às substâncias pigmentantes que se encontram interiorizadas nas estruturas dentárias (Mohammadi et al., 2010).

O condicionamento ácido prévio (CAP) da câmara pulpar, precedente ao branqueamento interno, tem sido proposto por forma a remover a *smear layer* e a abrir os túbulos dentinários, permitindo uma maior penetração do agente branqueador nestes e consequente aumento da eficácia e rapidez do tratamento (Camps et al., 2010; Cannabrava et al., 2014; Casey, Schindler, Murata, & Burgess, 1989; Horn, Hicks, & Bulan-brady, 1998; Mohammadi et al., 2010; Plotino et al., 2008; Shinohara et al., 2005).

Consiste na aplicação de cerca de 37% de ácido ortofosfórico na cavidade de acesso (Batalha-Silva et al., 2013; Mohammadi et al., 2010; Plotino et al., 2008), seguida de lavagem e secagem, de acordo com as instruções do fabricante. De seguida, procede-se aos passos de branqueamento interno convencionais (Plotino et al., 2008).

Um dos riscos apontados por alguns autores é o facto de aumentar a difusão do agente de branqueamento até ao ligamento periodontal, no entanto, ainda é controverso (Camps et al., 2010; Plotino et al., 2008).

## **4. Adesão**

### **4.1. Adesão ao Esmalte e Dentina**

A adesão provém do latim *adhaerere* (Heymann et al., 2013) e é definida como um estado onde duas superfícies permanecem unidas (Hilton et al., 2013).

O “aderente” é considerado o substrato onde se aplica o adesivo, sendo, comumente, o esmalte e a dentina (Perdigão, 2007).

O adesivo surge geralmente como um líquido viscoso que permite a junção de dois substratos (Heymann et al., 2013; ISO/TS 11405, 2015), apresentando uma composição em monómeros resinosos que permitem a união entre o material de restauração e o substrato dentário, após polimerização (Perdigão, 2007; Sezinando, 2014).

Além da retenção do material restaurador, um dos objetivos essenciais da técnica adesiva prende-se com a capacidade de selagem hermética da interface material-dente (Armstrong et al., 2017; Perdigão, 2007; Sezinando, 2014), de modo a impedir a microinfiltração marginal e possível sensibilidade pós-operatória (dentes vitais), aumentando a longevidade das restaurações (Ramos, 2009; Van Meerbeek, Perdigão, Lambrechts, & Vanherle, 1998).

O esmalte e dentina apresentam aspetos de adesão distintos face às suas diferentes propriedades (Coelho, Canta, Martins, Oliveira, & Marques, 2012; Perdigão, 2007).

A adesão ao esmalte surge com Buonocore, em 1955, quando aplicou uma concentração de 85% de ácido orfosfórico neste tipo de substrato, de modo a permitir a adesão de resina acrílica (Buonocore, 1955; Paganotto, de Souza, Klein Jr., & Campos, 2003; Perdigão, 2007; Sezinando, 2014). Perante isto e através dos avanços nesta área, surge o condicionamento ácido do esmalte com utilização de concentrações e tempos de aplicação mais reduzidos e adequados, comprovando-se uma técnica que permite o aumento da retenção das restaurações e uma microinfiltração marginal quase nula (Ramos, 2009), apresentando este tecido mineralizado uma elevada energia de superfície (Sezinando, 2014).

Quanto à adesão à dentina, esta é menos eficaz e imprevisível ao ser afetada pela índole heterogénea, complexa e dinâmica desta, manifestando uma baixa energia de superfície (Coelho et al., 2012; Sezinando, 2014). A adesão a este substrato surgiu também com Buonocore, em 1956, quando este tentou reproduzir a técnica utilizada no esmalte, utilizando ácido hidrocloreídrico para aderir *a posteriori* ácido glicerolfosfóricodimetacrilato, emergindo assim os sistemas adesivos com este primórdio (Ramos, 2009).

#### **4.2. Sistemas Adesivos**

Os sistemas adesivos sofreram modificações sucessivas ao longo dos anos devido ao carácter inesperado da adesão à dentina, por forma a colmatar as dificuldades na adesão a esta estrutura, originando várias gerações de sistemas. Por outro lado, a adesão ao esmalte manteve-se simples, consolidada e confiável desde Buonocore, devido a ser uma estrutura uniforme onde os cristais de hidroxiapatite estão bem ordenados em prismas (Coelho et al., 2012).

Foram classificados durante décadas em gerações, desde da primeira até à sétima, onde a geração seguinte nem sempre corresponde a uma melhoria em relação à anterior (Coelho et al., 2012). No entanto, atualmente, opta-se por uma divisão com base na interação dos sistemas adesivos com a *smear layer*, subdividindo-se no número de passos clínicos a proceder (Coelho et al., 2012). Assim sendo, existem os sistemas adesivos de condicionamento total ou *total-etch* ou *etch & rinse*, de 2 e 3 passos, onde a *smear layer*

é completamente removida, e os sistemas adesivos autocondicionantes ou *self-etch* ou *etch & dry*, de 1 ou 2 passos, onde a *smear layer* é incorporada no mecanismo de adesão (Coelho et al., 2012; Sezinando, 2014). Recentemente, surgiu uma terceira família de sistemas adesivos, os universais ou multimodo, que podem ser utilizados como estratégia adesiva *etch & rinse*, *self-etch* ou *selective enamel-etching*, cuja utilização é baseada na técnica *etch & rinse* de 2 passos no esmalte e na técnica *self-etch* de 1 passo na dentina (Luque-Martinez et al., 2014; Sezinando, 2014; Sofan et al., 2017).

A *smear layer* é uma camada amorfa, sem estrutura e manifesta baixa energia de superfície (Coelho et al., 2012; Sezinando, 2014). Com cerca de 1 µm de espessura (Sofan et al., 2017), apresenta uma composição em detritos orgânicos e inorgânicos (resíduos de hidroxiapatite, colagénio desnaturado, bactérias, componentes salivares), formada durante a preparação da estrutura dentária por instrumentos rotatórios e manuais (Coelho et al., 2012; Perdigão, 2007; Sezinando, 2014). Estes detritos também penetram e obturam os túbulos dentinários, originando os chamados *smear plugs* (Sezinando, 2014; Sofan et al., 2017).

#### 4.2.1. Sistemas Adesivos *Etch & Rinse* de 3 Passos

Os sistemas adesivos *etch & rinse* de 3 passos preconizam a aplicação sequencial e separada de ácido ortofosfórico, *primer* e resina adesiva ou *bond* na preparação dentária (Coelho et al., 2012). O *Optibond™ FL* (Kerr Italia S.r.l., Scafati (SA), Italy) é um exemplo deste tipo de sistema adesivo (Sofan et al., 2017; Van Meerbeek et al., 1998).

A aplicação de ácido ortofosfórico é feita no esmalte e dentina, ocorrendo um condicionamento ácido total que origina macro e microporosidades no esmalte, remove completamente a *smear layer* e os *smear plugs*, abrindo os túbulos dentinários, além de dissolver dentina intertubular e peritubular e expor as fibras de colagénio (Coelho et al., 2012; Sezinando, 2014). A concentração do ácido varia entre 30 a 40% e o seu pH entre 0,1 e 0,4 (Sezinando, 2014), devendo aplicar-se durante pelo menos 15 segundos na superfície do esmalte e num máximo de 15 segundos na dentina (Coelho et al., 2012; Ramos, 2009). Após aplicação, a superfície condicionada deve ser lavada abundantemente com água, por forma a remover o ácido e os sais de cálcio e de fosfato dissolvidos, e seca com ar, sem desidratar (Ramos, 2009).

O *primer* apresenta na sua composição monómeros com propriedades hidrofílicas, com afinidade para as fibras de colagénio, e hidrofóbicas, de modo a copolimerizar posteriormente com a resina adesiva hidrofóbica, estando dissolvidos em solventes como água, acetona ou etanol, tendo especial importância ao nível da dentina condicionada (Coelho et al., 2012; Van Meerbeek et al., 1998). Um exemplo dos monómeros é o 2-Hidroxietilmetacrilato (HEMA) (Sofan et al., 2017). Após aplicação do ácido, ocorre um aumento da saída de fluidos para o exterior dos túbulos e um colapso das fibras de colagénio, onde o *primer* vai permitir remover esta humidade, tornando a superfície hidrofílica numa superfície hidrofóbica capaz de interagir com os monómeros do *bond*, além de aumentar a energia de superfície da dentina ao interagir com as fibras de colagénio (Coelho et al., 2012).

O *bond* é composto, entre outros, por monómeros de metacrilato, iniciadores, inibidores e estabilizadores (Sezinando, 2014), sendo isento de solventes (Sofan et al., 2017). Este preenche as porosidades criadas no esmalte, originando macro e micro *resin tags* após polimerização (Sezinando, 2014). Na dentina, ocupa os espaços entre as fibras de colagénio e sela a abertura dos túbulos dentinários, onde copolimeriza com o *primer* e origina uma camada de resina interdifundida nas fibras de colagénio, a camada híbrida ou zona de interdifusão, e os *resin tags* dentro dos túbulos, permitindo um selamento hermético e alta resistência adesiva (Armstrong, Boyer, Keller, & Park, 1998; Coelho et al., 2012; Hashimoto et al., 2000; Sezinando, 2014; Sofan et al., 2017; Van Meerbeek et al., 1998). Após isto, a resina adesiva vai permitir a união entre o material restaurador e a estrutura dentária, promovida pela retenção micromecânica da camada híbrida e dos *resin tags* (Armstrong et al., 1998; Sezinando, 2014; Sofan et al., 2017).

Ao originar bons resultados laboratoriais e um grande desempenho clínico, os sistemas adesivos *etch & rinse* de 3 passos são considerados o *gold standard*, demonstrando uma resistência adesiva elevada (Armstrong et al., 2017; Coelho et al., 2012; Van Meerbeek et al., 2009).

## **5. Quantificação da Resistência Adesiva**

A quantificação da resistência adesiva tem com objetivo obter resultados que possam ser extrapolados para a prática clínica, no que respeita à efetividade da adesão dos adesivos ao esmalte e dentina (Van Meerbeek et al., 2009).



Diversos testes podem ser aplicados em laboratório por forma a quantificar a resistência adesiva, sendo divididos em dois tipos com base no tamanho da área aderida estudada: macro-teste, quando a área aderida é superior a 3 mm<sup>2</sup>, ou micro-teste, quando é cerca de 1 mm<sup>2</sup> ou menos. Em ambos, as forças que podem ser aplicadas são de tração, cisalhamento e *push-out* (Van Meerbeek et al., 2009).

### 5.1. Teste de Microtração - $\mu$ TBS

O teste de microtração,  $\mu$ TBS (*Microtensile Bond Strength*), foi introduzido em 1994 e é o micro-teste de resistência adesiva mais utilizado para a quantificar (Armstrong et al., 2017).

Apresenta vantagens perante os testes de macrotração, utilizando-se segmentos obtidos de um dente ao invés de um dente inteiro, o que permite ter um controlo mais apertado destes múltiplos micro-espécimes, além de ocorrer uma melhor distribuição do *stress* na interface adesiva (Armstrong et al., 2017; Batalha-Silva et al., 2013).

Existem protocolos para os testes de microtração, devendo ser aplicados por forma a estandardizar e a permitir a comparação entre investigações distintas. A norma ISO/TS 11405:2015 fornece informação sobre os testes de adesão ao esmalte e dentina, na medida em que contém protocolos de seleção, armazenamento e manuseamento das amostras, bem como as características e protocolos dos diversos testes de resistência adesiva, como o de microtração.

Os micro-espécimes são fixos a *jigs* metálicos e sujeitos a forças de tração até ocorrer a fratura, registando-se o valor. A resistência adesiva é calculada através da razão entre este valor e a área da interface adesiva, sendo o resultado apresentado em MPa (Armstrong et al., 2010; Luque-Martinez et al., 2014).



## II. OBJETIVOS DO ESTUDO

Este trabalho de investigação apresenta os seguintes objetivos de estudo:

- Verificar a influência do condicionamento ácido prévio na alteração dos parâmetros do CIE L\*a\*b\* do branqueamento interno com peróxido de carbamida a 16%, durante 15 e 30 segundos de aplicação;
- Averiguar se o condicionamento ácido prévio provoca alterações na resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS).

## III. HIPÓTESES DO ESTUDO

### **Hipóteses Nulas:**

**H0<sub>1</sub>:** Não existem diferenças estatisticamente significativas na variação dos parâmetros do CIE L\*a\*b\* utilizando ou não peróxido de carbamida a 16%;

**H0<sub>2</sub>:** Não existem diferenças estatisticamente significativas na variação dos parâmetros do CIE L\*a\*b\* adicionando ou não o condicionamento ácido prévio à utilização de peróxido de carbamida a 16%;

**H0<sub>3</sub>:** Não existem diferenças estatisticamente significativas na resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) utilizando ou não peróxido de carbamida a 16%;

**H0<sub>4</sub>:** Não existem diferenças estatisticamente significativas na resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) adicionando ou não o condicionamento ácido prévio à utilização de peróxido de carbamida a 16%.

**Hipóteses Alternativas:**

**H1<sub>1</sub>:** Existem diferenças estatisticamente significativas na variação dos parâmetros do CIE L\*a\*b\* utilizando ou não peróxido de carbamida a 16%;

**H1<sub>2</sub>:** Existem diferenças estatisticamente significativas na variação dos parâmetros do CIE L\*a\*b\* adicionando ou não o condicionamento ácido prévio à utilização de peróxido de carbamida a 16%;

**H1<sub>3</sub>:** Existem diferenças estatisticamente significativas na resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) utilizando ou não peróxido de carbamida a 16%;

**H1<sub>4</sub>:** Existem diferenças estatisticamente significativas na resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) adicionando ou não o condicionamento ácido prévio à utilização de peróxido de carbamida a 16%.

## IV. MATERIAIS E MÉTODOS

### 1. Amostra de Estudo

Este trabalho de investigação obteve a aprovação por unanimidade pela Comissão de Ética do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz (ISCSEM), atual Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM) (Anexo 1).

Após autorização da Direção Clínica (Anexo 2), foi possível a cedência de 20 molares hígidos, superiores e inferiores, do Banco de Dentes Humanos (BDH) da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz (CDUEM), cuja exodontia foi promovida por motivos ortodônticos ou periodontais. Estes dentes foram selecionados com base em critérios descritos na norma ISO/TS 11405:2015, nomeadamente, terem sido extraídos há menos de 6 meses e serem isentos de lesões de cárie, fraturas ou restaurações.

Seguindo as indicações da norma supra-citada, imediatamente após a exodontia, a amostra foi lavada com água corrente, sendo submetida a uma limpeza da superfície externa por forma a remover os resíduos de ligamento periodontal e/ou osso alveolar aderido, através do auxílio de uma cureta periodontal *Gracey 5/6*. Após esta limpeza, foram depositados numa solução bacteriostática/bactericida de Cloramina T Tri-hidratada a 1%, durante 1 semana, a 4 °C. Passada uma semana, foram colocados em água destilada e armazenados a 4 °C, de modo a diminuir a sua deterioração até ao momento da sua utilização.

### 2. Materiais

Os materiais utilizados nesta investigação encontram-se descritos na Tabela 1, onde se refere os seus nomes comerciais, as suas composições, o lote e a validade.

**Tabela 1** – Materiais utilizados na investigação, bem como o nome comercial, composição, lote e validade

<b>Material</b>	<b>Nome Comercial</b>	<b>Composição</b>	<b>Lote</b>	<b>Validade</b>
<b>Hidróxido de Cálcio</b>	<b>Calciur®</b> ( <i>VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany</i> )	Pasta de hidróxido de cálcio com base aquosa pH >12,5	1802545	12-2019
<b>Cimento de Óxido de Zinco Não-Eugenol</b>	<b>Cavit™ W</b> ( <i>3M Deutschland GmbH, Neuss, Germany</i> )	Óxido de zinco, sulfato de cálcio, sulfato de bário, talco, etileno bis(oxietileno)diacetato, sulfato de zinco, poli(vinil acetato)	3175753	31-10-2020
<b>Resina Composta</b>	<b>Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative A2</b> ( <i>3M ESPE, St. Paul, MN, USA</i> )	ERGP-DMA, diuretano-DMA, 1,12-dodecano-DMA, partículas de carga inorgânica (aprox. 76,5% de peso)	N750821	28-08-2018
<b>Gel de Condicionamento Ácido</b>	<b>Gel Etchant</b> ( <i>Kerr Italia S.r.l., Scafati (SA), Italy</i> )	Ácido ortofosfórico a 37,5%	6617421	30-11-2020
<b>Gel Placebo</b>	(Laboratório de Preparações do ISCSEM, atual IUEM)	1,2% de carbopol, 93,8% de água e 5% de glicerina		23-05-2019
<b>Bond</b>	<b>Optibond™ FL Adhesive</b> ( <i>Kerr Italia S.r.l., Scafati (SA), Italy</i> )	Bis-GMA, HEMA, GDMA, canforoquinona, ODMAB, partículas de carga inorgânica (aprox. 48% de peso), ácido silícico pirogênico, bário aluminoborosilicato, fluorossilicato de sódio	6631763	30-06-2019
<b>Primer</b>	<b>Optibond™ FL Primer</b> ( <i>Kerr Italia S.r.l., Scafati (SA), Italy</i> )	HEMA, GPDM, MMEP, BHT, água, etanol, canforoquinona	6663931	31-01-2020
<b>Gel de Peróxido de Carbamida a 16%</b>	<b>Perfect Bleach®</b> ( <i>VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany</i> )	Peróxido de carbamida a 16%, glicerina, propilenoglicol, água, carbômero, hidróxido de sódio, fluoreto de potássio, aroma	1751265	09-2019

### 3. Preparação da Amostra

Cada dente da amostra foi submetido ao corte das raízes dos dentes, perpendicularmente ao longo eixo do dente, ao nível da furca. Desta forma, cada um foi colado, longitudinalmente, com cera colante (*Sticky Wax, Kemdent®*, Wiltshire, Inglaterra) a um suporte acrílico. De seguida, marcou-se com um marcador azul a zona a ser seccionada *a posteriori*. Posto isto, procedeu-se ao corte único através de um disco diamantado no micrómetro de tecidos duros (*Accutom-50, Struers A/S, Ballerup, Denmark*), a uma velocidade de 0,125 mm/min, sob refrigeração constante de água e a baixa rotação (Figura 3).



**Figura 3** – Micrómetro de tecidos duros (*Accutom-50, Struers A/S, Ballerup, Denmark*) e corte único dos espécimes

Realizados os cortes das raízes, executou-se a remoção dos obstáculos à total visualização da câmara pulpar, através do uso de broca de turbina *Endo-Z* com refrigeração (Figura 4). Seguidamente, preencheu-se a cavidade pulpar, retrogradamente, com cola de cianoacrilato (*Zapit, Dental Ventures of America, Corona, CA, USA*), seguindo as instruções de utilização recomendadas pelo fabricante (Figura 4).

Foi mantida a hidratação dos dentes durante a sua preparação através dos sistemas de refrigeração suprarreferidos.



**Figura 4** – Remoção do conteúdo da câmara pulpar e seu preenchimento com cola de cianoacrilato (*Zapit, Dental Ventures of America, Corona, CA, USA*)

#### **4. Distribuição da Amostra**

Antes da execução dos procedimentos da investigação, foi feita a distribuição aleatória dos 20 dentes por 4 grupos experimentais, sendo cada um identificado dentro do grupo a que pertence. Assim sendo, os grupos foram os seguintes:

GC (n=5) - Grupo controlo. Sem CAP e sem PC. Apenas colocação de um gel placebo à base de 5% de glicerina e de 1,2% de carbopol (Cristina et al., 2007).

GPC (n=5) - Sem CAP. Aplicação de PC a 16% (*Perfect Bleach®*, *VOCO GmbH*, Cuxhaven, Germany).

GePC15 (n=5) - CAP com ácido ortofosfórico a 37,5% (*Gel Etchant*, *Kerr Italia S.r.l.*, Scafati (SA), Italy) durante 15 segundos. Aplicação de PC a 16% (*Perfect Bleach®*, *VOCO GmbH*, Cuxhaven, Germany).

GePC30 (n=5) - CAP com ácido ortofosfórico a 37,5 (*Gel Etchant*, *Kerr Italia S.r.l.*, Scafati (SA), Italy) durante 30 segundos. Aplicação de PC a 16% (*Perfect Bleach®*, *VOCO GmbH*, Cuxhaven, Germany).

#### **5. Registo da Cor Inicial**

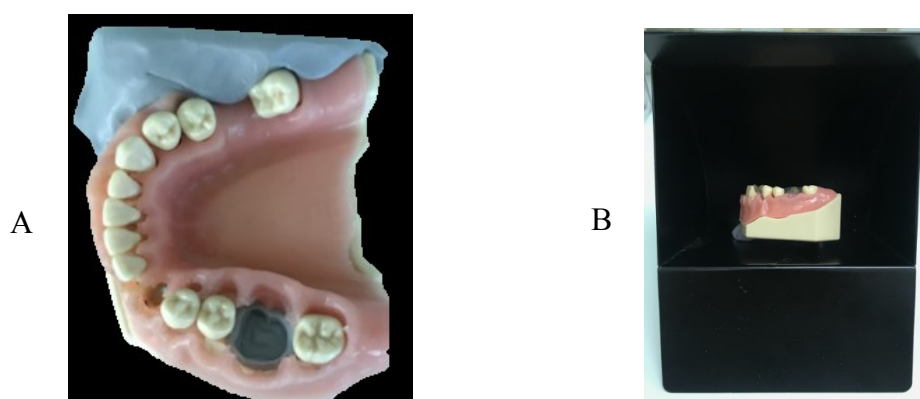
Foi registada a cor inicial de cada dente através do espectrofotómetro *SpectroShade™ Micro* (*MHT S.p.A*, Italia), onde se anotaram os valores das coordenadas do CIE L\*a\*b\* e da cor segundo a escala *VITA Classical A1-D4® shade guide* (*VITA Zahnfabrik*, Bad Säckingen, Germany). Quanto à cor com base nesta escala, foi atribuído um algarismo segundo a ordem decrescente de valor, estando este compreendido entre 1 e 16, como demonstrado na Tabela 2 (Mittal et al., 2015).

**Tabela 2** – Algarismos atribuídos a cada cor da escala *VITA Classical A1-D4®* ordenada por valor, de forma decrescente

<i>Vita Classical®</i>	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D1	A3	D3	B3	A3,5	B4	C3	A4	C4
<i>Score</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16



De modo a proporcionar estabilidade ao *Frasaco* onde se colocaram os espécimes, foi elaborada uma base de silicone de adição *putty*, conferindo a garantia da mesma angulação para todos os dentes e respetivas medições. Por forma a estabilizar as amostras no alvéolo do *Frasaco*, foram criadas “mini-chaves” de silicone de adição *putty*, garantindo que as medições iniciais e finais estivessem sujeitas à menor variação possível das condições espaciais e de angulação. O *Frasaco*, em conjunto com a base de silicone, foi colocado numa caixa preta cedida pelo fabricante, permitindo padronizar a luz em todas as medições executadas (Figura 5).



**Figura 5** – A - Frasaco com base e “mini-chave” de silicone de adição *putty*; B - Frasaco na caixa preta cedida pelo fabricante

Antes das medições, o espectrofotómetro necessitou de ser calibrado nos retângulos branco e verde, de acordo com as indicações no visor (Kirchhoff, Raldi, Salles, Cunha, & Mello, 2014) (Figura 6).



**Figura 6** – Sequência de calibração do espectrofotómetro *SpectroShade™ Micro* (MHT S.p.A, Italia)

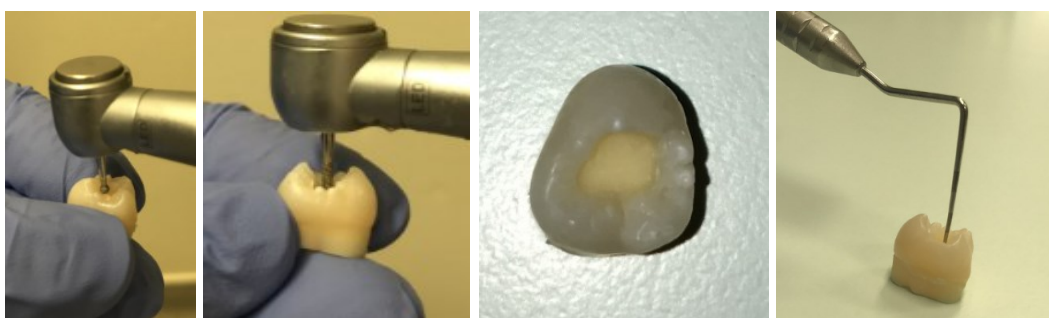
Após calibração, foi feita a medição aproximando-se o aparelho à superfície vestibular do dente, pressupondo que o disparo fosse feito apenas quando a linha presente no ecrã fosse verde (esta linha pode ser verde, amarela ou vermelha) e estivesse sobreposta na linha horizontal que surge no visor.

Foram realizadas 3 medições por dente, por forma a aproximar-nos do valor real após a sua média. É de referir que os espécimes foram mantidos hidratados até ao momento das medições, tendo sido colocados no *Frasaco* ainda molhados.

## **6. Branqueamento Interno – Técnica *Walking Bleach***

Uma vez que se trata de branqueamento interno, era expectável que se realizasse uma abertura coronária, com consequente tratamento endodôntico. No entanto, esta investigação contempla a realização *a posteriori* do teste de resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS), obrigando a uma adaptação do protocolo. Assim sendo, alteraram-se, pontualmente, alguns passos da técnica *walking bleach*.

Por forma a criar o acesso à dentina, realizou-se uma preparação classe I (oclusal) (Batalha-Silva et al., 2013), com preservação de 0,5 mm de dentina das paredes externas, na extensão vestibulo-lingual e mesio-distal (Figura 7). A profundidade da cavidade foi cerca de 3 mm, garantindo que em toda a sua profundidade apresentava dentina, necessária para os testes de microtração ( $\mu$ TBS) (Figura 7). Terminada a preparação, lavou-se com água durante 5 segundos e secou-se com leve jato de ar durante 3 segundos.



**Figura 7** – Preparação Classe I (oclusal) e confirmação das medidas estipuladas

Foram realizadas 3 sessões, com um intervalo de 7 dias, até perfazer 21 dias (Batalha-Silva et al., 2013). Na primeira sessão, realizou-se um protocolo específico para cada grupo experimental, descrito nas Tabelas 3, 4, 5 e 6 e ilustrado na Figura 8. Na segunda e terceira sessões, foram realizados os mesmos procedimentos, exceto o condicionamento

ácido, e consequente lavagem e secagem, nos grupos GePC15 e GePC30 (Batalha-Silva et al., 2013). Entre sessões, foi realizada a restauração provisória com cimento de óxido de zinco não-eugenol (*Cavit<sup>TM</sup> W*, 3M Deutschland GmbH, Neuss, Germany), com espessura de cerca de 1 mm, e armazenamento dos dentes, individualmente em recipientes, durante uma semana, em água destilada a 37 °C numa estufa de incubação (*Memmert INE 400*, Memmert, Germany) (Figura 9) (Batalha-Silva et al., 2013). Sempre que se removia a restauração provisória em nova sessão, procedia-se à lavagem com água, durante 5 segundos, e a uma secagem com leve jato de ar, durante 3 segundos sem desidratar.

É de referir que foram sempre seguidas as recomendações indicadas pelos fabricantes.

**Tabela 3** – Protocolo realizado no Grupo GC

<b>Protocolo do Grupo GC</b>
1) Aplicação do gel placebo à base de glicerina e carbopol na preparação
2) Colocação de bola de algodão seca e esterilizada

**Tabela 4** – Protocolo realizado no Grupo GPC

<b>Protocolo do Grupo GPC</b>
1) Aplicação do gel de PC a 16% ( <i>Perfect Bleach®</i> , <i>VOCO GmbH</i> , Cuxhaven, Germany) na preparação
2) Colocação de bola de algodão seca e esterilizada

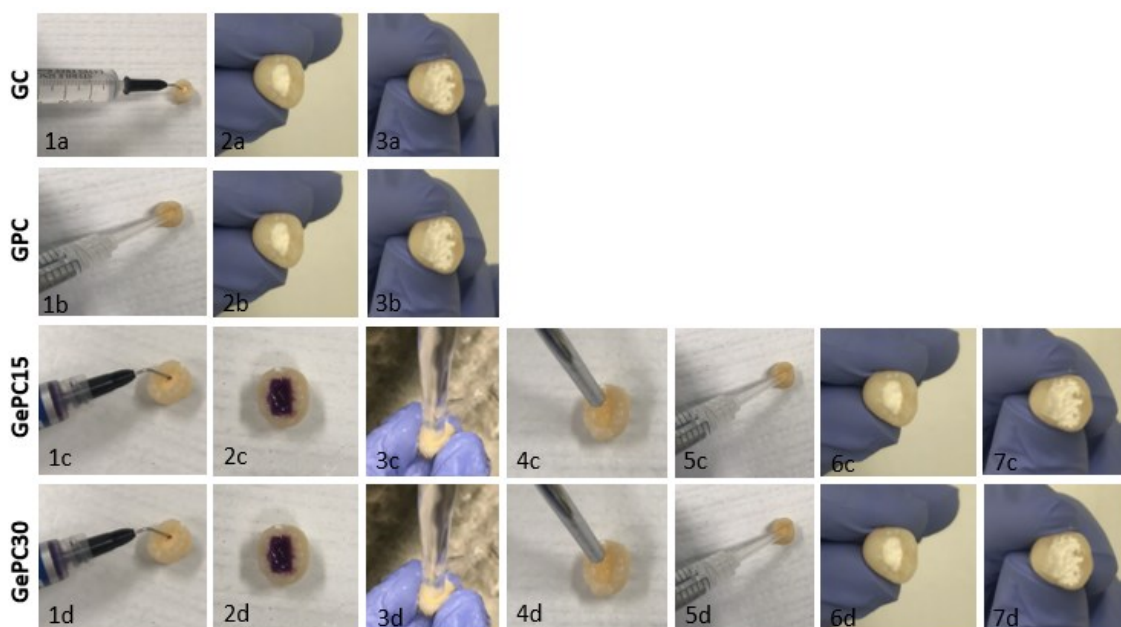
**Tabela 5** – Protocolo realizado no Grupo GePC15

<b>Protocolo do Grupo GePC15</b>
1) Aplicação de ácido ortofosfórico a 37,5% ( <i>Gel Etchant</i> , <i>Kerr Italia S.r.l.</i> , Scafati (SA), Italy), durante 15 segundos, no esmalte e dentina*
2) Lavar abundantemente com água durante 15 segundos*
3) Secar com leve jato de ar durante 3 segundos, sem desidratar*

- 4) Aplicação do gel de PC a 16% (*Perfect Bleach®*, *VOCO GmbH*, Cuxhaven, Germany) na preparação
  - 5) Colocação de bola de algodão seca e esterilizada
- \*apenas realizado na primeira sessão de branqueamento interno

**Tabela 6** – Protocolo realizado no Grupo GePC30

Protocolo do Grupo GePC30	
1) Aplicação de ácido ortofosfórico a 37,5% ( <i>Gel Etchant</i> , <i>Kerr Italia S.r.l.</i> , Scafati (SA), Italy), durante 30 segundos, no esmalte e dentina*	
2) Lavar abundantemente com água durante 30 segundos*	
3) Secar com leve jato de ar durante 3 segundos, sem desidratar*	
4) Aplicação do gel de PC a 16% ( <i>Perfect Bleach®</i> , <i>VOCO GmbH</i> , Cuxhaven, Germany) na preparação	
5) Colocação de bola de algodão seca e esterilizada	
*apenas realizado na primeira sessão de branqueamento interno	



**Figura 8** – Ilustração do protocolo utilizado na 1ª sessão nos 4 grupos experimentais

1a-aplicação do gel placebo; 1c,d-aplicação do ácido ortofosfórico a 37,5%; 2c-condicionamento ácido durante 15 segundos; 2d-condicionamento ácido durante 30 segundos; 3c,d-lavagem com água durante 15 segundos; 4c,d-secagem com jato de ar durante 3 segundos; 1b,5c,5d-aplicação do PC a 16%; 2a,b,6c,d-colocação de uma bola de algodão; 3a,b,7c,d-restauração provisória



**Figura 9** – Estufa de incubação (*Memmert INE 400, Memmert, Germany*)

Concluídos os 21 dias de branqueamento interno, removeram-se as restaurações provisórias e respetivas bolas de algodão, seguindo-se uma lavagem com água, durante 5 segundos, e uma secagem com leve jato de ar, durante 3 segundos sem desidratar. Colocou-se hidróxido de cálcio (*Calcicur®*, *VOCO GmbH*, Cuxhaven, Germany) em todos os dentes, de modo a neutralizar o ambiente e a padronizar os grupos experimentais antes da restauração a resina composta (Batalha-Silva et al., 2013). Introduziu-se nova bola de algodão seca e esterilizada e realizou-se a restauração provisória com cimento de óxido de zinco não-eugenol (*Cavit™ W*, *3M Deutschland GmbH*, Neuss, Germany), com espessura de cerca de 1 mm. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37 °C, numa estufa de incubação (*Memmert INE 400, Memmert, Germany*) (Figura 9), durante 15 dias (Batalha-Silva et al., 2013).

## 7. Registo da Cor Final

Ao fim dos 15 dias, foi feita a remoção da restauração provisória e da bola de algodão, seguindo-se uma lavagem com água, durante 5 segundos.

Os dentes foram mantidos hidratados e procedeu-se à medição da cor final, utilizando-se novamente o espectrofotómetro *SpectroShade™ Micro* (*MHT*, S.p.A, Italia) e o mesmo procedimento realizado na medição da cor inicial. De igual modo, foram feitas 3 medições, de onde se retirou os valores das coordenadas do CIE  $L^*a^*b^*$  e do valor segundo a escala *VITA Classical A1-D4® shade guide* (*VITA Zahnfabrik*, Bad Säckingen, Germany).

A variação global da cor, entre o momento inicial e o pós-termo do branqueamento interno, representada pelo  $\Delta E$ , foi calculada, em cada grupo, através da seguinte fórmula:

$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$  (Ioannidis et al., 2013), onde o  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  representam a diferença entre os valores finais e iniciais de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , respetivamente (Goodacre & Sagel, 2011).

## 8. Restauração com Resina Composta

Após o registo da cor final, realizou-se a restauração com resina composta, seguindo-se as recomendações dos fabricantes do sistema adesivo *Optibond<sup>TM</sup> FL* (Kerr Italia S.r.l., Scafati (SA), Italy) e da resina composta *Filtek<sup>TM</sup> Bulk Fill Posterior Restorative A2* (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), cujo protocolo está descrito na Tabela 7 e ilustrado na Figura 10.

A fotopolimerização foi efetuada com o fotopolimerizador *Elipar<sup>TM</sup> DeepCure S* (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) que apresenta uma luz LED com uma potência de 1,470 mW/cm<sup>2</sup> (-10%/+20%) e um comprimento de onda entre os 430 nm e os 480 nm. A intensidade de fotopolimerização foi medida pelo radiómetro integrado no fotopolimerizador a cada 5 utilizações, por forma a assegurar uma intensidade apropriada.

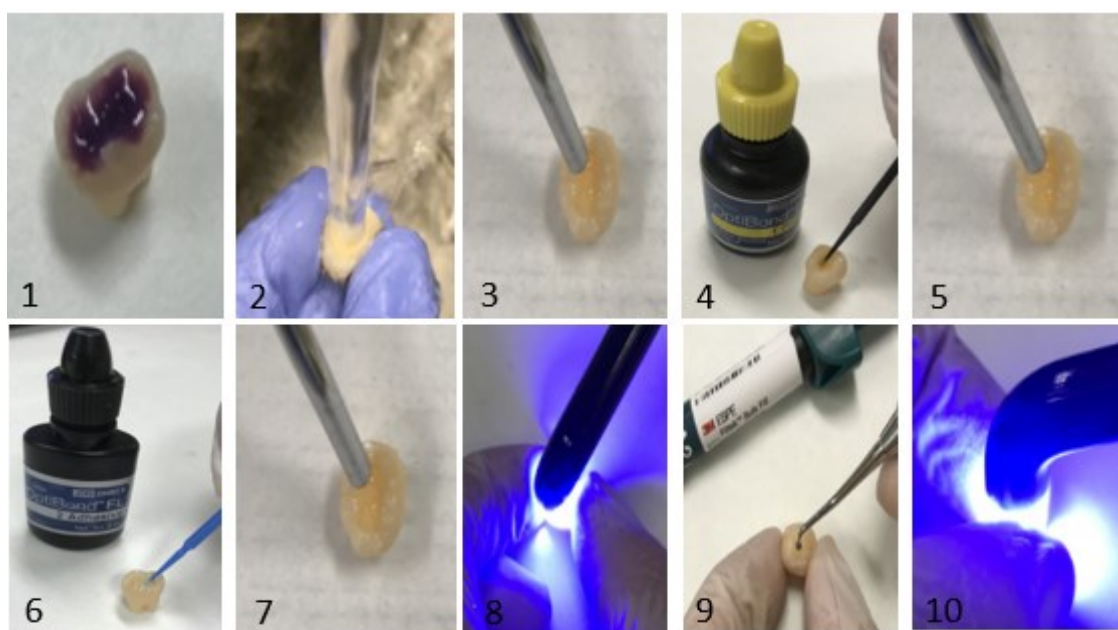
O procedimento restaurador de todos os grupos foi executado pelo mesmo operador, de modo a minimizar o número de variáveis, no mesmo local do laboratório e com uma temperatura ambiente de (23±2) °C e uma atmosfera de (50±10)% RH (humidade relativa), segundo a norma ISO/TS 11405:2015.

Terminada a restauração com resina composta de todos os dentes, seguiram-se os procedimentos para o teste de resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS).

**Tabela 7** – Protocolo realizado na restauração com resina composta

Protocolo da Restauração com Resina Composta
1) Aplicação de ácido ortofosfórico a 37,5% ( <i>Gel Etchant</i> , Kerr Italia S.r.l., Scafati (SA), Italy), durante 15 segundos, no esmalte e dentina
2) Lavar abundantemente com água durante 15 segundos
3) Secar com leve jato de ar durante 3 segundos, sem desidratar

- 
- 4) Esfregar, delicadamente, o *primer* do *Optibond™ FL* (Kerr Italia S.r.l., Scafati (SA), Italy) (frasco 1) no esmalte e dentina durante 15 segundos
  - 5) Secar com jato de ar durante 5 segundos
  - 6) Esfregar, delicadamente, o *adhesive* do *Optibond™ FL* (Kerr Italia S.r.l., Scafati (SA), Italy) (frasco 2) sobre o esmalte e dentina durante 15 segundos;
  - 7) Secar levemente com jato de ar durante 3 segundos;
  - 8) Fotopolimerizar durante 10 segundos com o *Elipar™ DeepCure S* (3M ESPE, St. Paul, MN, USA);
  - 9) Restaurar com um incremento máximo de 4 mm de resina composta *Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative A2* (3M ESPE, St. Paul, MN, USA);
  - 10) Fotopolimerizar durante 20 segundos com o *Elipar™ DeepCure S* (3M ESPE, St. Paul, MN, USA).
- 



**Figura 10** – Ilustração do protocolo utilizado na restauração com resina composta

1-aplicação de ácido ortofosfórico durante 15 segundos; 2-lavagem com água durante 15 segundos; 3-secagem com jato de ar durante 3 segundos; 4-Aplicação do *primer* durante 15 segundos; 5-secagem com jato de ar durante 5 segundos; 6-aplicação do adesivo durante 15 segundos; 7-secagem com jato de ar durante 3 segundos; 8-fotopolimerização durante 10 segundos; 9-restauração com resina composta; 10-fotopolimerização durante 20 segundos



## **9. Quantificação da Resistência Adesiva à Microtração ( $\mu$ TBS)**

A quantificação da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) dos dentes de cada grupo experimental foi realizada com base nas indicações da norma ISO/TS 11405:2015 e do guia da *Academy of Dental Materials* elaborado por Armstrong et al. (2017).

Inicialmente, procedeu-se a elaboração de palitos com uma secção de  $1\pm0,2$  mm<sup>2</sup> a partir de cada dente. Assim sendo, cada espécime foi colado com cera colante (*Sticky Wax*, *Kemdent*, Wiltshire, Inglaterra) a um suporte acrílico e seccionado, de seguida, a uma velocidade de 0,125 mm/min no micrómetro de tecidos duros *Accuton-50* (*Struers A/S*, Ballerup, Denmark) (Figura 3) com uma lâmina diamantada, irrigada com água, nas direções X e Y, de modo a obter os palitos com a secção transversal referida. Antes dos dentes serem colados no suporte, o esmalte destes foi pintado com marcador de acetato azul, por forma a ser descartado após os cortes.

Os palitos de cada dente foram armazenados durante 24 horas em água destilada a  $(37\pm2)$  °C numa estufa de incubação (*Memmert INE 400*, *Memmert*, Germany) (Figura 9).

Após 24 horas, cada palito foi colado a um *jig* de aço inoxidável de *Geraldeli* com cola de cianoacrilato (*Zapit*, *Dental Ventures of America*, Corona, CA, USA), garantindo que a interface adesiva ficava isenta de cola. De seguida, os palitos foram submetidos a uma força de tração numa máquina de testes universal (*Shimadzu Autograph AG-IS*, Tokyo, Japan), a uma velocidade de 1 mm/min, até ocorrer fratura, registando-se o valor da força aplicada neste momento (Figura 11).

O procedimento experimental foi executado pelo mesmo operador, no mesmo local do laboratório e com uma temperatura ambiente de  $(23\pm2)$  °C e uma atmosfera de  $(50\pm10)\%$  RH (humidade relativa), segundo a norma ISO/TS 11405:2015.





**Figura 11** – A - Máquina de testes universal (*Shimadzu Autograph AG-IS*, Tokyo, Japan); B – palito pronto a ser submetido ao teste

Depois da fratura, mediu-se o comprimento e largura da zona fraturada de cada palito, ambos em mm, com o auxílio de uma craveira digital (*Storm Digital Caliper*, Pontoglio, Brescia, Itália), calculando-se assim a área aderida, em  $\text{mm}^2$ , como resultado do produto destes dois valores.

A divisão da força aplicada, em N, no momento da fratura, pela área da superfície aderida, em  $\text{mm}^2$ , originou a resistência adesiva à microtração ( $\mu\text{TBS}$ ), expressa em MPa (Armstrong et al., 2010; Luque-Martinez et al., 2014).

Para cada palito fraturado, foi identificado o modo de falha ao microscópio ótico (*Leica ATC 2000*, *Reichert Inc*, Buffalo, NY, USA), numa ampliação de 20x, e classificado, de acordo com o local da falha (Figura 12), em:

- Falha adesiva, quando ocorre na interface de união entre dentina e resina composta;
- Falha coesiva de dentina ou resina, quando ocorre só em dentina ou só em resina composta, respetivamente;
- Falha mista, quando a fratura envolve uma falha adesiva e coesiva em simultâneo (Luque-Martinez et al., 2014).



**Figura 12** – Exemplificação dos tipos de falha: 1-Adesiva; 2-Coesiva em Resina Composta; 3-Coesiva em Dentina; 4-Falha Mista

As falhas coesivas, ao não serem representativas da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS), foram descartadas para análise estatística. No entanto, foram registradas de igual forma que as adesivas e mistas. As falhas pré-teste foram também anotadas, sendo definidas como fraturas que ocorrem antes do teste de microtração ( $\mu$ TBS) e que não são originadas por erro humano (Armstrong et al., 2017).

## 10. Análise Estatística

O tratamento estatístico dos dados recolhidos foi realizado com o *software* IMB SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) Statistics, na versão 24.0 para o *Windows* (IBM SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Foram aplicados, na análise estatística, métodos descritivos e inferenciais, tendo sido definido um nível de significância de 5% ( $\alpha=0,05$ ) nestes últimos.

A unidade experimental é o dente, considerando-se o espécime desta investigação.

Relativamente à análise estatística da variação da cor com o branqueamento interno, a partir dos dados recolhidos foram feitas as médias das 3 medições em cada dente, com posterior média dos valores dos dentes de cada grupo, originando a média do grupo. Durante este processo, verificou-se que um espécime do grupo GC apresentou um comportamento anómalo, decidindo-se pela sua eliminação para fins estatísticos. Posto isto, calcularam-se as médias e desvios-padrão dos valores das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  e dos  $\Delta E$ , nos 4 grupos experimentais, bem como a mediana e amplitude interquartil dos valores da escala *VITA Classical A1-D4® shade guide* (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany). Utilizou-se o teste t-Student para amostras emparelhadas de modo a analisar a significância da diferença entre os valores finais e iniciais das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , em cada grupo. Quanto às médias do  $\Delta E$ , foi aplicado o teste ANOVA *one-way* (análise de variância com um fator) para verificar se existia variação significativa entre grupos,

tendo sido garantido os pressupostos de normalidade e de homogeneidade de variâncias, através do teste de Shapiro-Wilk e de Levene, respetivamente. De seguida, aplicou-se o teste de Tukey HSD para perceber quais os grupos com diferenças significativas na média do  $\Delta E$ . No que diz respeito à escala *VITA Classical A1-D4® shade guide* (*VITA Zahnfabrik*, Bad Säckingen, Germany), a diferença entre a mediana do valor final e a do inicial foi verificada, em termos de significância, pelo teste de Wilcoxon. Por forma a averiguar a variância entre grupos, as diferenças foram analisadas através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para amostras independentes.

Na análise estatística da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS), verificou-se que estava presente um *outlier* no grupo GC, optando-se pela sua eliminação dada a sua discrepância perante os outros espécimes do grupo. Após isto, procedeu-se à quantificação dos tipos de falha por grupo (adesiva, coesiva e mista), em que se utilizou o teste do Qui-Quadrado de Pearson com o objetivo de verificar a presença de diferença significativa ou não, em termos estatísticos, da distribuição dos tipos de fratura entre os grupos.

As médias da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) dos 4 grupos foram analisadas através do teste ANOVA *one-way*, onde se garantiram também os pressupostos de normalidade e de homogeneidade de variâncias, com aplicação subsequente do teste de Tukey HSD, por forma a verificar se existiam diferenças significativas entre as médias e em que grupos ocorriam. A média da resistência adesiva, em MPa, obtida nos palitos de cada dente determinou a resistência adesiva de cada dente, sendo que a média dos dentes de cada grupo ditou o seu valor médio. Foram considerados para cálculo estatístico os dados dos palitos com fraturas adesivas e mistas, incluindo-se também os das falhas pré-teste, onde se atribuiu o resultado correspondente a metade do menor valor obtido no grupo experimental onde se inseriam (Armstrong et al., 2017; Luque-Martinez et al., 2014).



## V. RESULTADOS

### 1. Análise da Alteração da Cor

As medições iniciais e finais da cor foram realizadas com o espectrofotómetro *SpectroShade™ Micro* (MHT, S.p.A, Italia) e originaram dados relativos aos parâmetros do CIE  $L^*a^*b^*$ , do  $\Delta E$  e da escala *VITA Classical AI-D4® shade guide* (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany), sendo que estes refletem a melhoria ou não do branqueamento interno. Os resultados foram sujeitos aos testes estatísticos referidos em capítulo anterior.

#### 1.1. CIE $L^*a^*b^*$

##### 1.1.1. Parâmetro $L^*$

A vertente  $L^*$  diz respeito à luminosidade da cor, variando entre 0 (preto) e 100 (branco).

Os valores médios de  $L^*$ , iniciais e finais, e do  $\Delta L^*$ , bem como os desvios-padrão e o valor de  $p$ , relativo à diferença entre o valor final e o inicial, encontram-se na Tabela 8.

**Tabela 8** – Valores médios de  $L^*$ , iniciais e finais, e do  $\Delta L^*$ , os desvios-padrão e o valor de  $p$

Grupo	$L^*$ Inicial	$L^*$ Final	$\Delta L^*$	$p$
GC	71,04±2,87	70,75±4,31	-0,29	0,755
GPC	73,12±2,20	75,53±1,46	2,41	0,006*
GePC15	70,87±2,87	73,97±1,71	3,09	0,011*
GePC30	71,34±3,73	74,53±3,26	3,19	0,006*

\*as diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando  $p < 0,05$

Após o branqueamento interno, verificou-se uma ligeira diminuição da luminosidade no grupo GC, apesar de não ser estatisticamente significativa ( $p=0,755$ ), enquanto nos restantes grupos houve um aumento estatisticamente significativo (GPC:  $p=0,006$ ; GePC15:  $p=0,011$ ; GePC30:  $p=0,006$ ), tendo os grupos com condicionamento ácido prévio apresentado o maior aumento.

### **1.1.2. Parâmetro $a^*$**

Este parâmetro diz respeito ao croma da cor em quantidade de vermelho (valor positivo) ou de verde (valor negativo).

Os valores médios de  $a^*$ , iniciais e finais, e do  $\Delta a^*$ , bem como os desvios-padrão e o valor de  $p$ , relativo à diferença entre o valor final e o inicial, encontram-se na Tabela 9.

**Tabela 9** – Valores médios de  $a^*$ , iniciais e finais, e do  $\Delta a^*$ , os desvios-padrão e o valor de  $p$

<b>Grupo</b>	<b><math>a^*</math> Inicial</b>	<b><math>a^*</math> Final</b>	<b><math>\Delta a^*</math></b>	<b><math>p</math></b>
GC	4,89±2,15	4,93±2,12	0,033	0,937
GPC	4,15±0,64	3,59±0,99	-0,56	0,368
GePC15	4,49±1,13	3,37±0,99	-1,12	0,003*
GePC30	4,35±0,82	2,84±0,77	-1,51	0,005*

\*as diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando  $p < 0,05$

Após o branqueamento interno, verificou-se um ligeiro aumento da cromaticidade vermelha no grupo GC, apesar de não ser estatisticamente significativa ( $p=0,937$ ), enquanto nos restantes grupos houve uma diminuição desta cromaticidade vermelha, não estatisticamente significativa no grupo GPC ( $p=0,368$ ) e significativa nos grupos com condicionamento ácido prévio (GePC15:  $p=0,003$ ; GePC30:  $p=0,005$ ), onde a diminuição foi mais elevada.

### **1.1.3. Parâmetro $b^*$**

Este parâmetro diz respeito ao croma da cor em quantidade de amarelo (valor positivo) ou de azul (valor negativo).

Os valores médios de  $b^*$ , iniciais e finais, e do  $\Delta b^*$ , bem como os desvios-padrão e o valor de  $p$ , relativo à diferença entre o valor final e o inicial, encontram-se na Tabela 10.

**Tabela 10** – Valores médios de  $b^*$ , iniciais e finais, e do  $\Delta b^*$ , os desvios-padrão e o valor de  $p$ 

Grupo	$b^*$ Inicial	$b^*$ Final	$\Delta b^*$	$p$
GC	22,22±4,20	22,65±3,03	0,43	0,595
GPC	20,25±2,79	21,27±3,74	-1,02	0,132
GePC15	21,56±2,46	19,43±2,71	-2,13	<0,001*
GePC30	21,73±0,59	19,69±1,71	-2,03	0,029*

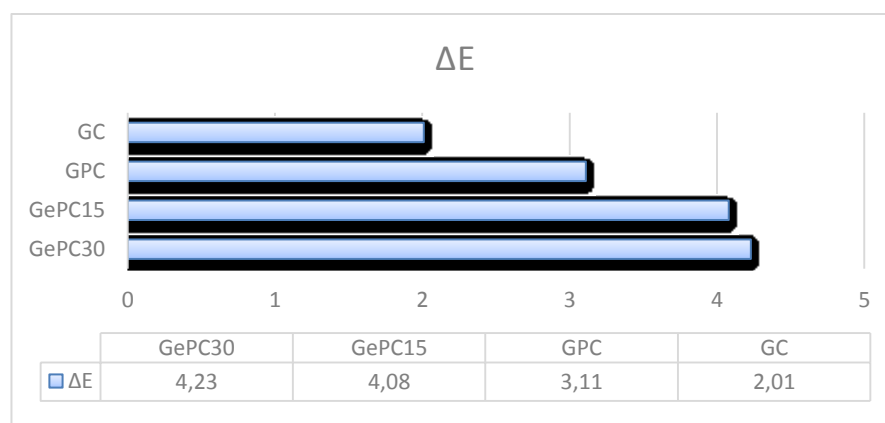
\*as diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando  $p < 0,05$

Após o branqueamento interno, verificou-se um aumento da cromaticidade amarela no grupo GC, apesar de não ser estatisticamente significativo ( $p=0,595$ ). Os restantes grupos apresentaram uma diminuição desta componente, no entanto, no GPC não foi estatisticamente significativa ( $p=0,132$ ). Por outro lado, os grupos com condicionamento ácido prévio manifestaram uma diminuição estatisticamente significativa desta cromaticidade amarela (GePC15:  $p < 0,001$ ; GePC30:  $p=0,029$ ).

#### 1.1.4. $\Delta E$

O  $\Delta E$  representa a variação global da cor, entre o momento inicial e o pós-termo do branqueamento interno, sendo calculado a partir do  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  através da fórmula  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$ .

Os valores médios do  $\Delta E$  dos 4 grupos experimentais encontram-se na Figura 13.

**Figura 13** – Valores médios do  $\Delta E$  dos grupos experimentais

Os grupos com condicionamento ácido foram os que apresentaram maior alteração global da cor após branqueamento interno, face aos grupos GC e GPC. No entanto,

estatisticamente, a variação entre grupos não foi significativa. O grupo GePC30 foi o único que se aproximou da diferença estatisticamente significativa, perante o grupo GC, cujo valor  $p$  foi de 0,052, encontrando-se próximo do limiar de significância.

### **1.2. Escala *Vita Classical A1-D4®***

Como referido anteriormente, foi atribuído um algarismo a cada cor da escala *Vita Classical A1-D4® shade guide* (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany), tendo sido esta numerada por ordem decrescente de valor da cor, por forma a avaliar a amplitude de alteração de tons com o branqueamento interno.

Os valores das medianas e amplitudes interquartil da escala *Vita Classical A1-D4® shade guide* (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany), iniciais e finais, bem como o valor de  $p$ , relativo à diferença entre o valor final e o inicial, encontram-se na Tabela 11.

**Tabela 11** – Valores das medianas e amplitudes interquartil da escala *Vita Classical A1-D4®*, iniciais e finais, e de  $p$

<b>Grupo</b>	<b><i>Vita Inicial</i></b>	<b><i>Vita Final</i></b>	<b><math>p</math></b>
GC	10±8	10±10	0,317
GPC	9±4	9±6	0,317
GePC15	10±4	5±5	0,041*
GePC30	12±4	5±5	0,043*

\*as diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando  $p < 0,05$

Após o branqueamento interno, tanto o grupo GC como o GPC não apresentaram alterações na mediana, não sendo estatisticamente significativa esta nulidade de variação ( $p=0,317$ , em ambos). Os grupos com condicionamento ácido prévio apresentaram uma diminuição estatisticamente significativa da mediana, ou seja, ocorreu um aumento do valor da cor, ficando estes mais claros (GePC15:  $p=0,041$ ; GePC30:  $p=0,043$ ). Quando analisada a variação entre grupos, verificou-se que existia uma diferença estatisticamente significativa ( $p=0,014$ ).



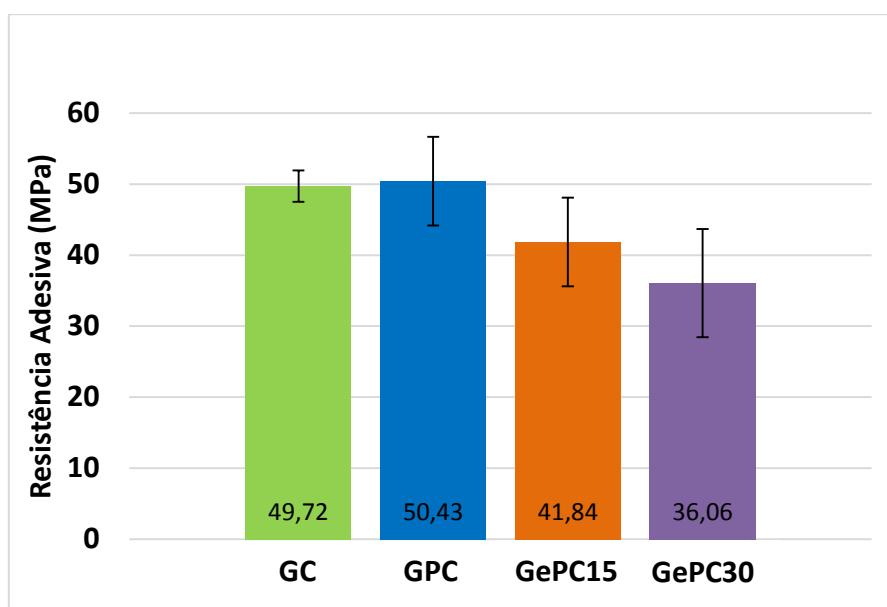
## 2. Análise da Resistência Adesiva à Microtração ( $\mu$ TBS)

Os dados relativos à resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) dos grupos experimentais foram sujeitos aos testes estatísticos referidos em capítulo anterior.

Os valores médios e desvios-padrão da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS), em MPa, dos grupos experimentais encontram-se descritos na Tabela 12 e na Figura 14.

**Tabela 12** – Valores médios e desvios-padrão da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS), em MPa.

Grupo	Média (MPa)	Desvio-padrão
GC	49,72	2,22
GPC	50,43	6,24
GePC15	41,84	6,24
GePC30	36,06	7,61



**Figura 14** – Valores médios e desvios-padrão da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS), em MPa.

Os grupos com condicionamento ácido prévio são os que apresentaram valores de resistência adesiva mais baixos. Contudo, verificou-se que apenas existiu diferença estatisticamente significativa no grupo GePC30 perante o grupo GC ( $p=0,021$ ) e o grupo GPC ( $p=0,010$ ), não existindo, no entanto, diferença estatisticamente significativa para com o grupo GePC15 ( $p=0,426$ ).

Desta forma, a resistência adesiva difere de modo estatisticamente significativo quando ocorre condicionamento ácido prévio de 30 segundos, face ao procedimento

convencional ( $p=0,010$ ) e ao grupo controlo ( $p=0,021$ ). No entanto, quando o ácido é aplicado por apenas 15 segundos, a resistência adesiva não difere de forma estatisticamente significativa em comparação com o protocolo comum ( $p=0,160$ ) e o grupo controlo ( $p=0,259$ ). De igual modo, a técnica tradicional não apresenta diferença estatisticamente significativa perante o grupo controlo ( $p=0,998$ ).

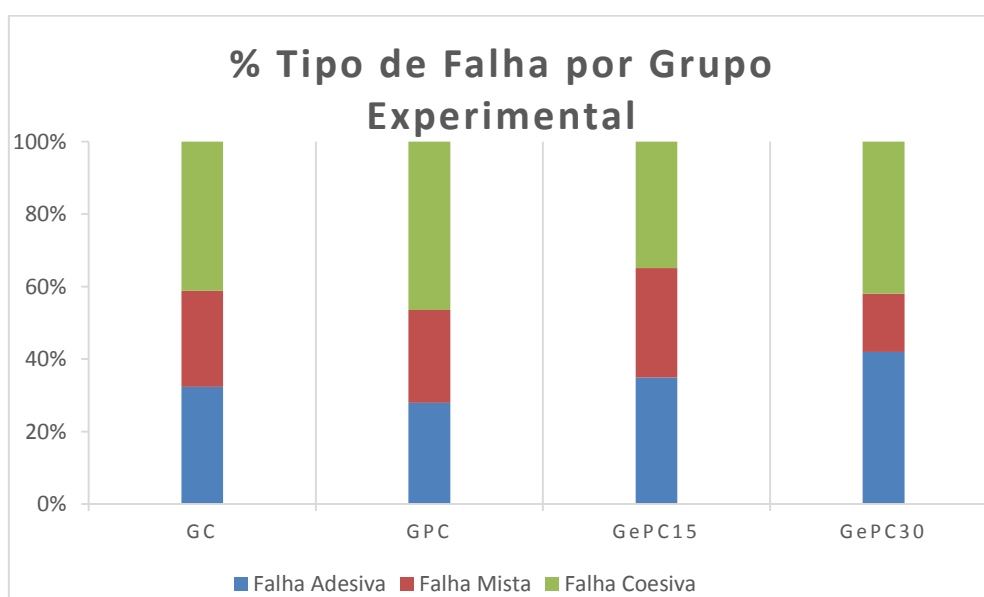
## 2.1. Análise do Tipo de Fratura

Aquando do teste de microtração ( $\mu$ TBS), foi registado o tipo de falha dos palitos.

Obtiveram-se no total 170 palitos, dos quais 161 foram testados. Ocorreram 9 falhas pré-teste. Na Tabela 13 e na Figura 15, encontra-se a distribuição dos tipos de fratura (%) por grupo experimental. As falhas coesivas em dentina e em resina composta foram agrupadas na mesma categoria – falhas coesivas.

**Tabela 13** – Distribuição do tipo de falha (%) por grupo experimental. PT: falhas pré-teste

Grupo	Falha Adesiva	Falha Mista	Falha Coesiva	Total
GC PT=3	11 (32,4%)	9 (26,5%)	14 (41,2%)	34
GPC PT=2	12 (27,9%)	11 (25,6%)	20 (46,5%)	43
GePC15 PT=1	15 (34,9%)	13 (30,2%)	15 (34,9%)	43
GePC30 PT=3	21 (42,0%)	8 (16,0%)	21 (42,0%)	50



**Figura 15** – Distribuição do tipo de falha (%) por grupo experimental

Após o teste do Qui-Quadrado de Pearson, apurou-se que não existiu diferença estatisticamente significativa entre a distribuição do tipo de falha e os grupos experimentais ( $p=0,641$ ), ou seja, os grupos apresentaram distribuição semelhante dos tipos de falha ocorridos nos palitos.



## VI. DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo *in vitro* permitiram rejeitar as hipóteses nulas  $H_{01}$  e  $H_{02}$ , uma vez que existiram diferenças estatisticamente significativas na variação dos parâmetros do CIE  $L^*a^*b^*$ , quer entre os grupos com e sem PC a 16%, quer entre os grupos com e sem CAP.

A hipótese nula  $H_{01}$  foi rejeitada dado que os grupos com PC a 16%, face ao grupo controlo, apresentaram um aumento estatisticamente significativo do componente  $L^*$ . Este parâmetro diz respeito à luminosidade da cor e varia entre 0 (preto) e 100 (branco) (Ekici et al., 2016; Ioannidis et al., 2013; Joiner, 2006). A alteração do  $L^*$  apresenta um enorme impacto na avaliação do branqueamento dentário, pois reflete a variação do valor do dente, sendo expectável que este aumente com o tratamento (Goodacre & Sagel, 2011; Pandey et al., 2018), tal como se sucedeu no presente estudo.

Segundo um estudo de Sampaio et al. (2010), onde se analisou a alteração da cor no branqueamento interno com recurso espectrofotómetro, foi demonstrado um aumento do valor de  $L^*$  com a aplicação dos agentes branqueadores ativos.

Quanto ao croma, representado pelos parâmetros  $a^*$  e  $b^*$ , verificou-se ausência de diferença estatisticamente significativa utilizando ou não PC 16% sem CAP. No entanto, entre os grupos com e sem CAP existiram diferenças estatisticamente significativas nestes dois parâmetros, bem como no componente  $L^*$ , o que levou à rejeição da hipótese nula  $H_{02}$ . Os grupos com CAP apresentaram um aumento do  $L^*$  e uma diminuição do  $a^*$  e  $b^*$ , estatisticamente significativos. Os resultados após um CAP durante 15 como 30 segundos são similares, demonstrando o mesmo padrão de alteração dos parâmetros do CIE  $L^*a^*b^*$ .

O valor de  $a^*$  refere-se ao croma da cor em quantidade de vermelho (valor positivo) ou de verde (valor negativo) e o  $b^*$  ao croma em quantidade de amarelo (valor positivo) ou azul (valor negativo) (Ekici et al., 2016; Ioannidis et al., 2012; Joiner, 2006). Ambos tendem a diminuir com o decorrer do branqueamento dentário (Goodacre & Sagel, 2011; Pan & Westland, 2018), indo ao encontro dos resultados deste estudo. Os grupos sujeitos a branqueamento interno demonstraram diminuir a cromaticidade vermelha, no componente  $a^*$ , e a amarela, no parâmetro  $b^*$ .

Um estudo de Antoniadou et al. (2015), demonstrou a diminuição dos parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  com a aplicação de agentes branqueadores ativos. Verificou-se também que o componente  $L^*$  aumentou com o procedimento.

Tal como no parâmetro  $L^*$ , o grupo controlo demonstrou ao nível do croma características associadas ao processo natural de envelhecimento. Os dentes apresentaram uma diminuição do  $L^*$  e aumento do  $a^*$  e  $b^*$ , refletindo uma diminuição do valor e um aumento do croma em quantidade de vermelho e amarelo (Joiner, 2004), indo ao encontro dos resultados do estudo de Polo et al. (2015) onde foi analisada a influência da idade nos parâmetros do CIE  $L^*a^*b^*$ .

Em estudos relacionados com branqueamento dentário, por vezes, é útil aferir a partir da alteração global da cor, representada pelo  $\Delta E$  (Joiner & Luo, 2017). Perante isto, foi definida a seguinte fórmula:  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$  (Ioannidis et al., 2013), onde o  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  representam a diferença entre os valores finais e iniciais de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , respetivamente (Goodacre & Sagel, 2011). O  $\Delta E$ , no fundo, traduz a intensidade da mudança de cor que pode ser detetada pelo olho humano, onde valores superiores a 3,7 dizem respeito a diferenças visíveis (Ioannidis et al., 2012). Verificou-se que os grupos com CAP apresentaram valores  $>3,7$ , sendo estas alterações detetáveis ao olho humano. Além disto, foram os que apresentaram valores mais elevados face aos grupos GC e GPC, demonstrando uma maior alteração, influenciada pelos resultados dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , anteriormente discutidos.

A cor segundo a escala *Vita Classical A1-D4® shade guide* (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) também foi fornecida pelo espectrofotómetro e permitiu corroborar a rejeição da hipótese nula  $H_0$ , onde se verificou existirem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos com e sem CAP, em que o GePC15 e o GePC30 apresentaram um aumento do valor em 5 e 7 tons, respetivamente. Aquando da diferença entre o valor mediano final e o inicial, podemos obter o número de tons de valor que diminuíram ou aumentaram, sendo expectável que aumentem com o branqueamento dentário, uma vez que o valor tende a seguir esta direção com o tratamento (Goodacre & Sagel, 2011; Pan & Westland, 2018). Este pressuposto, foi, então, comprovado no presente estudo.

O segundo objetivo deste estudo foi averiguar se o CAP provocava alterações na resistência adesiva à microtração ( $\mu TBS$ ), quando aplicado durante 15 e 30 segundos. Os

resultados permitiram aceitar a hipótese nula  $H_0$  ao não existirem diferenças estatisticamente significativas utilizando ou não PC a 16%, deduzindo-se que este agente branqueador ativo não influenciou a resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) da dentina.

Durante a investigação, esperaram-se 15 dias entre o término do branqueamento interno e a realização da restauração definitiva, com colocação na preparação dentária de hidróxido de cálcio durante este período de tempo. Esta abordagem pode ter sido crucial para a obtenção dos resultados no grupo GPC. Após o branqueamento dentário, ocorre uma redução da resistência adesiva promovida por quantidades residuais do agente branqueador, dentro da matriz de colagénio e dos túbulos dentinários. Estes originam a libertação de radicais de oxigénio que podem afetar a infiltração dos monómeros do adesivo ou inibir a polimerização destes (Shinohara et al., 2005). É essencial aguardar 15 dias após terminar o branqueamento interno, uma vez que é o tempo necessário para que estes resíduos sejam eliminados, deixando de afetar a resistência adesiva (Kılınc, Aslan, Kılıç, Er, & Kurt, 2015; Shinohara et al., 2005).

Segundo um estudo levado a cabo por Barghi e Godwin (1994), que avaliou o impacto positivo da utilização de sistemas de adesivos com etanol ou acetona na redução dos efeitos adversos do branqueamento dentário na adesão, demonstrou-se que estes interagem com os resíduos de oxigénio e atenuavam o efeito pejorativo. No presente estudo, foi utilizado o sistema adesivo *Optibond™ FL* (Kerr Italia S.r.l., Scafati (SA), Italy), cujo *primer* apresenta etanol na sua constituição, o que pode ter prevenido a diminuição da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) após branqueamento interno com PC a 16% no grupo GPC. Além disto, apresenta-se como um *Etch & Rinse* de 3 passos, onde estes sistemas são considerados o *gold standard* por originarem bons resultados laboratoriais e um grande desempenho clínico, assentes numa resistência adesiva elevada (Armstrong et al., 2017; Coelho et al., 2012; Van Meerbeek et al., 2009)

A colocação de hidróxido de cálcio providencia a neutralização de um possível ambiente ácido originado pelo agente de branqueamento ativo (Batalha-Silva et al., 2013). Um estudo de Kehoe (1987) demonstrou que a aplicação de hidróxido de cálcio conferia um meio alcalino quando o tratamento ocasionava um pH ácido.

Num estudo de Conrado (2004) foi demonstrado que o hidróxido de cálcio permite a remineralização de dentina. Perante isto, torna-se uma mais-valia a sua utilização após o CAP.

Apesar de se ter aguardado 15 dias após o branqueamento interno e da aplicação de hidróxido de cálcio, existiram diferenças estatisticamente significativas na resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) entre os grupos com e sem CAP, residindo estas no grupo GePC30 ao apresentar o menor valor (36,06 MPa). Assim sendo, a hipótese nula H0<sub>4</sub> foi rejeitada. No entanto, o grupo GePC15 não apresentou diferenças significativas face aos grupos sem CAP, ou seja, uma aplicação de ácido ortofosfórico durante 15 segundos mostrou-se inócuo na resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS). Por outro lado, uma aplicação durante 30 segundos evidencia um impacto negativo neste parâmetro. Perante estes resultados, é possível inferir que o PC a 16% não é responsável por uma diminuição significativa da resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS), mas sim o CAP de 30 segundos.

O impacto causado por um CAP durante 30 segundos pode ser explicado através da evidência científica atual. Vários são os estudos que relacionam o tempo de condicionamento com as alterações estruturais da dentina e consequente alteração da resistência adesiva.

O estudo de Hashimoto et al. (2000) demonstrou que um condicionamento ácido prolongado na dentina provocava uma zona de desmineralização mais profunda, refletindo-se numa baixa resistência adesiva. No mesmo estudo, após análise ao microscópio eletrónico de varrimento, verificou-se que não ocorreu uma infiltração suficiente dos monómeros resinosos do adesivo, originando áreas sem formação de camada híbrida responsáveis pela diminuição da resistência adesiva.

Uma investigação de Paganotto, de Souza, Klein Jr. e Campos (2003) evidenciou que o tempo ideal de condicionamento ácido da dentina era de 15 segundos. O ácido quando aplicado entre 30 e 60 segundos diminuiu a resistência adesiva, tal como demonstrando no grupo GePC30.

Os resultados do presente estudo vão ao encontro da investigação de Batalha-Silva et al. (2013), onde similarmente se avaliou a influência do CAP na resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS). Os autores também aguardaram 15 dias após o término do branqueamento interno e optaram também pela aplicação de hidróxido de cálcio na preparação. Os resultados demonstraram que não existiram alterações estatisticamente significativas deste parâmetro entre o grupo controlo e o grupo com branqueamento interno sem CAP. Isto levou a concluir que o agente branqueador ativo não tinha impacto na resistência adesiva. Além disto, os resultados evidenciaram que um CAP de



30 segundos apresentava diferenças estatisticamente significativas face aos grupos sem CAP, onde depreenderam que o tempo de aplicação tinha influência. Perante isto, os autores elucidaram que um emprego do CAP por apenas 15 segundos era o mais adequado.

O CAP, através da aplicação de cerca de 37% de ácido ortofosfórico, tem sido proposto por forma a remover a *smear layer* e a abrir os túbulos dentinários, permitindo uma maior penetração do agente branqueador nestes, resultando num aumento da eficácia e rapidez do tratamento (Batalha-Silva et al., 2013; Cannabrava et al., 2014; Casey et al., 1989; Horn et al., 1998; Mohammadi et al., 2010; Plotino et al., 2008; Shinohara et al., 2005).

Um estudo levado a cabo por Pashley, Michelich e Kehl (1981) evidenciou um aumento da permeabilidade da dentina após a remoção da *smear layer* através do condicionamento ácido.

Camps et al. (2010) procederam a um estudo sobre a influência do CAP no protocolo de branqueamento interno, tendo sido demonstrada uma alta difusão do agente de branqueamento usado. No entanto, os autores alertaram para a não utilização de CAP em dentes traumatizados jovens, dado o alto risco de reabsorção cervical externa invasiva.

Por outro lado, na literatura disponível estão contemplados estudos com conclusões díspares. Um estudo de Casey et al. (1989) demonstrou não existirem diferenças na alteração de cor entre os dentes com CAP e sem este procedimento adicional. No estudo de Horn et al. (1998), que utilizaram um espectrofotómetro para avaliar a influência do CAP, verificou-se não existirem diferenças estatisticamente significativas no aumento do parâmetro L\* do CIE L\*a\*b\* entre grupos com e sem remoção da *smear layer*.

Estes resultados contraditórios podem ser explicados pela variação nos procedimentos e materiais utilizados nos diferentes estudos. Casey et al. (1989) aplicaram ácido ortofosfórico a 50% durante 1 minuto antes do branqueamento interno com uma mistura de 30% de PH com PS. No estudo de Horn et al. (1998) utilizou-se uma mistura de 30% de PH com PS em 2 grupos e uma mistura de água esterilizada com PS nos outros 2 grupos.

Perante isto, é importante possuir uma capacidade criteriosa e cautelosa aquando da comparação dos resultados entre diferentes estudos, já que é identificável uma falta de padronização dos protocolos aplicados e a possibilidade de erro humano durante as

investigações. No caso dos testes de resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS), estes estão sujeitos a uma enorme variação, sendo difícil confrontar resultados disponíveis na literatura (Fernandes, Oliani, Nogueira, Silva, & Araújo, 2016). Perante isto, Fernandes et al. (2016) sugeriram que a forma mais adequada de os avaliar é verificar a capacidade da adesão dos materiais, em diferentes grupos, ao invés de comparar resultados diretamente.

É notável a crescente procura por um sorriso estético aquando de um descontentamento em relação à cor dos dentes (Joiner & Luo, 2017; Watts & Addy, 2001), onde a descoloração de peças dentárias sujeitas a tratamento endodôntico ou traumatismo surgem como um problema estético (Shinohara et al., 2005). Estas são bastante suscetíveis de sofrer pigmentação intrínseca, geralmente, promovida por componentes sanguíneos provenientes do trauma ou da própria terapêutica endodôntica, sendo que a presença de remanescentes de tecido necrótico na câmara pulpar também pode promover a alteração da cor (Hilton et al., 2013; Mittal et al., 2015; Shinohara et al., 2005).

O Médico Dentista tem de avaliar a necessidade de tratamento da cor dos dentes que apresentam este tipo de descoloração, onde o objetivo principal é a eliminação da pigmentação intrínseca com melhoria da aparência estética. O branqueamento interno surge como uma opção de tratamento conservadora e acessível economicamente, evitando procedimentos invasivos como a colocação de coroas e facetas (Batalha-Silva et al., 2013; Camps et al., 2010; Dahl & Pallesen, 2003; Mittal et al., 2015; Mohammadi et al., 2010; Plotino et al., 2008; Shinohara et al., 2005).

A técnica de branqueamento interno *walking bleach* tem sido a mais utilizada, encontrando-se o seu êxito dependente da capacidade de difusão do componente ativo até às substâncias pigmentantes interiorizadas nas estruturas dentárias, surgindo o CAP como acelerador deste processo (Mohammadi et al., 2010).

Segundo a legislação em vigor em Portugal, as concentrações máximas consentidas são de 6% de PH e cerca de 16% de PC (*Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário*, 2013). Deste modo, optou-se pelo uso de PC a 16% (*Perfect Bleach®*, VOCO), uma vez que, além de se encontrar dentro das percentagens admitidas, o PC tem sido bastante recomendado como produto de branqueamento interno ao demonstrar um reduzido nível de difusão extrarradicular (Mittal et al., 2015; Plotino et al., 2008; Shinohara et al., 2005).

A evidência científica atual, no que diz respeito a estudos de alteração dos parâmetros do CIE L\*a\*b\* em branqueamentos internos com CAP, é quase inexistente. De modo semelhante, os estudos sobre a influência do CAP na resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) da restauração a resina composta é escassa e contempla agentes branqueadores ativos com percentagens superiores às admitidas por lei, em Portugal. Assim sendo, este estudo foi ao encontro destas lacunas, por forma a colmatá-las e a obter resultados e conclusões alicerçadas sempre na prática clínica dos dias de hoje, utilizando para esse fim percentagens autorizadas.



## VII. CONCLUSÃO

Apesar das limitações deste estudo *in vitro*, concluiu-se que:

1. O parâmetro L\* aumenta, de modo estatisticamente significativo, com a aplicação de peróxido de carbamida a 16%;
2. O parâmetro L\* aumenta, de modo estatisticamente significativo, com o condicionamento ácido prévio, quer a 15 como a 30 segundos;
3. Os componentes a\* e b\* diminuem, de forma estatisticamente significativa, com o condicionamento ácido prévio, quer a 15 como a 30 segundos;
4. A resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) não é afetada, de modo estatisticamente significativo, com a aplicação de peróxido de carbamida a 16%;
5. A resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) não é afetada, de modo estatisticamente significativo, com o condicionamento ácido prévio durante 15 segundos;
6. A resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) diminui, de modo estatisticamente significativo, com o condicionamento ácido prévio durante 30 segundos.

### 1. Relevância Clínica

Transpondo os resultados deste estudo *in vitro* para a prática clínica, a melhor opção será a aplicação de ácido ortofosfórico durante 15 segundos antes dos procedimentos de branqueamento interno, uma vez que o valor do dente aumenta e o croma diminui, sem afetar a resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS).

Deste modo, consegue-se uma melhoria do *outcome* do branqueamento interno, preservando a resistência adesiva da restauração definitiva.

## **2. Perspetivas Futuras**

Em estudos *a posteriori* será importante:

- Avaliar as alterações dos parâmetros do CIE L\*a\*b\* com o envelhecimento após branqueamento interno com peróxido de carbamida a 16% e condicionamento ácido prévio durante 15 segundos;
- Testar a resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) após o envelhecimento de amostras sujeitas a branqueamento interno com peróxido de carbamida a 16% e condicionamento ácido prévio durante 15 segundos;
- Analisar as alterações estruturais e químicas da camada híbrida induzidas pelo condicionamento ácido prévio de 15 segundos, através da microscopia eletrónica de varrimento e eletroforese;
- Quantificar a difusão do peróxido a 16% após condicionamento ácido prévio durante 15 segundos.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

Alqahtani, M. Q. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi Dental Journal*, 26(2), 33–46. doi:10.1016/j.sdentj.2014.02.002

Antoniadou, M., Antonios, K., Afrodite, K., & Vasileios, M. (2015). Tooth whitening efficacy of self-directed whitening agents vs. 10% carbamide peroxide: A randomized clinical study. *Dental, Oral and Craniofacial Research*, 1(2), 31–35. doi:10.15761/DOCR.1000107

Armstrong, Breschi, L., Özcan, M., Pfefferkorn, F., Ferrari, M., & Meerbeek, B. Van. (2017). Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength ( $\mu$ TBS) approach. *Dental Materials*, 33(2), 133–143. doi:10.1016/j.dental.2016.11.015

Armstrong, Geraldeli, S., Maia, R., Raposo, L., Soares, C., & Yamagawa, J. (2010). Adhesion to tooth structure: A critical review of “micro” bond strength test methods. *Dental Materials*, 26(2), 50–62. doi:10.1016/j.dental.2009.11.155

Armstrong, S. R., Boyer, D. B., Keller, J. C., & Park, J. B. (1998). Effect of hybrid layer on fracture toughness of adhesively bonded dentin-resin composite joint. *Dental Materials*, 14(2), 91–98. doi:10.1016/S0109-5641(98)00014-1

Barghi, N., & Godwin, J. M. (1994). Reducing the Adverse Effect of Bleaching on Composite-Enamel Bond. *Journal of Esthetic Dentistry*, 6(4), 157–161. doi:10.1111/j.1708-8240.1994.tb00852.x

Batalha-Silva, S., Arcari, G. M., & Monteiro, S. (2013). Should acid etching be performed prior to nonvital bleaching? *General Dentistry*, 61(6), 46–51. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/257070768>

Buonocore, M. G. (1955). A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. *Journal of Dental Research*, 34(6), 849–853. doi:10.1177/00220345550340060801

Camps, J., Pommel, L., Aubut, V., & About, I. (2010). Influence of acid etching on hydrogen peroxide diffusion through human dentin. *American Journal of Dentistry*, 23(3), 168–170. Disponível em <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L359455213>

Cannabrava, V. P., Fernandes, S. L., Calabria, M. P., Magalhães, A. C., Ishikiriama, S. K., Atta, M. T., & Wang, L. (2014). Bleaching technique effect on dentin permeability. *American Journal of Dentistry*, 27(3), 149–154. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/264458688>

Casey, L. J., Schindler, W. G., Murata, S. M., & Burgess, J. O. (1989). The use of dentinal etching with endodontic bleaching procedures. *Journal of Endodontics*, 15(11), 535–538. doi:10.1016/S0099-2399(89)80196-7

Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., & Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38, 2–16. doi:10.1016/j.jdent.2010.07.001

Cochrane, S., & Munsell, A. H. (2014). The Munsell Color System: A scientific compromise from the world of art. *Studies in History and Philosophy of Science*, 47, 26–41. doi:10.1016/j.shpsa.2014.03.004

Coelho, A., Canta, J. P., Martins, J. N. R., Oliveira, S. A., & Marques, P. (2012). Perspetiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários - revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial*, 53(1), 39–46. doi:10.1016/j.rpemd.2011.11.008



Conrado, C. A. (2004). Remineralization of Carious Dentin. II: In Vivo Microradiographic and Chemical Studies in Human Permanent Teeth Capped with Calcium Hydroxide. *Brazilian Dental Journal*, 15(3), 186–189. doi:10.1590/S0103-64402004000300004

Cristina, A., Bacci, L., & Martão, F. (2007). Effect of a 37% carbamide peroxide bleaching agent activated by halogen light or light emitting diodes (LEDs) on enamel surface roughness microhardness. *Revista de Odontologia da UNESP*. 36(4), 351–355. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/266219128>

Dahl, J. E., & Pallesen, U. (2003). Tooth Bleaching - A Critical Review of the Biological Aspects. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14(4), 292–304. doi:10.1177/154411130301400406

*Directiva 2011/84/UE do Conselho de 20 de Setembro* (2011).

Ekici, A., Alaçam, T., Kivanç, B. H., & Gürel, M. A. (2016). Evaluation of crown discoloration induced by endodontic sealers and colour change ratio determination after bleaching. *Australian Endodontic Journal*, 42(3), 1–5. doi:10.1111/aej.12147

Fernandes, V. J., Oliani, M., Nogueira, L. J., Silva, J., & Araújo, R. (2016). Analysis and Comparison of Different Bond Strength Tests. *JSM Dentistry*, 4(5). Disponível em <https://www.jscimedcentral.com/Dentistry/dentistry-4-1076.pdf>

Ghadimi, E., Eimar, H., Marelli, B., Nazhat, S. N., Asgharian, M., & Vali, H. (2013). Trace elements can influence the physical properties of tooth enamel. *SpringerPlus*, 2:499, 1–12. Disponível em <http://www.springerplus.com/content/2/1/499%0Aa>

Goldberg, M., Kulkarni, A. B., Young, M., & Boskey, A. (2012). Dentin: Structure, Composition and Mineralization: The role of dentin ECM in dentin formation and mineralization. *Front Biosci (Elite Ed)*, 3, 711–735. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3360947/>

Goodacre, C. J., & Sagel, P. A. (2011). Dental Esthetics in Practice: Part 3 - Understanding Color & Shade Selection. *Crest Oral-B*. Disponível em [https://www.academia.edu/25017679/Dental\\_Esthetics\\_in\\_Practice\\_Part\\_3\\_-\\_Understanding\\_Color\\_and\\_Shade\\_Selection](https://www.academia.edu/25017679/Dental_Esthetics_in_Practice_Part_3_-_Understanding_Color_and_Shade_Selection)

Hashimoto, M., Ohno, H., Endo, K., Kaga, M., Sano, H., & Oguchi, H. (2000). The effect of hybrid layer thickness on bond strength: demineralized dentin zone of the hybrid layer. *Dental Materials*, 16(6), 406–411. doi:10.1016/S0109-5641(00)00035-X

Heymann, H., Swift, E. J., Ritter, A. V., & Sturdevant, C. M. (2013). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. 6ª edição. St. Louis, Mo: Elsevier Mosby.

Hilton, T. J., Ferracane, J. L., & Broome, J. C. (2013). *Summitt's Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 4ª edição. Hanover Park, IL: Quintessence Publishing Co, Inc.

Horn, D. J., Hicks, M. L., & Bulan-brady, J. (1998). Effect of Smear Layer Removal on Bleaching of Human Teeth In Vitro. *Journal of Endodontics*, 24(12), 791–795. doi:10.1016/S0099-2399(98)80003-4

Ioannidis, Beltes, P., Lambrianidis, T., Kapagiannidis, D., & Karagiannis, V. (2013). Crown Discoloration Induced by Endodontic Sealers: Spectrophotometric Measurement of Commission International de l'Éclairage's L\*, a\*, b\* Chromatic Parameters. *Operative Dentistry*, 38(3), 91–102. doi:10.2341/11-266-L

Ioannidis, K., Beltes, P., Lambrianidis, T., Kapagiannidis, D., & Karagiannis, V. (2012). Validation and spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by root canal sealers. *Clinical Oral Investigations*, 17(6), 1525–1533. doi:10.1007/s00784-012-0850-x

*ISO/TS 11405:2015*. Dentistry - Testing of adhesion to tooth structure. (2015). ISO.

Joiner, A. (2004). Tooth colour: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32, 3–12. doi:10.1016/j.jdent.2003.10.013

- Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth: A review of the literature, *34*, 412–419. doi:10.1016/j.jdent.2006.02.002
- Joiner, A., & Luo, W. (2017). Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of Dentistry*, *67*, 3–10. doi:10.1016/j.jdent.2017.09.006
- Kehoe, J. C. (1987). pH Reversal Following In Vitro Bleaching of Pulpless Teeth. *Journal of Endodontics*, *13*(1), 13–16. doi:10.1016/S0099-2399(87)80085-7
- Kirchhoff, A. L., Raldi, D. P., Salles, A. C., Cunha, R. S., & Mello, I. (2014). Tooth discolouration and internal bleaching after the use of triple antibiotic paste. *International Endodontic Journal*, *48*(12), 1181–1187. doi:10.1111/iej.12423
- Kılınç, H. I., Aslan, T., Kılıç, K., Er, Ö., & Kurt, G. (2015). Effect of Delayed Bonding and Antioxidant Application on the Bond Strength to Enamel after Internal Bleaching. *American College of Prosthodontists*, *25*(5), 386–391. doi:10.1111/jopr.12303
- Kwon, S. R., & Wertz, P. W. (2015). Review of the mechanism of tooth whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *27*(5), 240–257. doi:10.1111/jerd.12152
- Lignon, G., Dure-molla, M. de la, Dessombz, A., Berdal, A., & Babajko, S. (2015). L'émail Un autoassemblage unique dans le monde du minéral. *Médecine/Sciences*, *31*(5), 515–521. doi:10.1051/medsci/20153105013 515
- Linde, A., & Goldberg, M. (1993). Dentinogenesis. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, *4*(5), 679–728. doi:10.1177/10454411930040050301
- Luque-Martinez, I. V., Perdigão, J., Muñoz, M. A., Sezinando, A., Reis, A., & Loguercio, A. D. (2014). Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. *Dental Materials*, *30*(10), 1126–1135. doi:10.1016/j.dental.2014.07.002
- Mittal, R., Sood, A. G., Singla, M. G., & Dhawan, D. (2015). A comparative evaluation of efficacy of commercially available bleaching agents in non-vital teeth: An in vitro study. *Saudi Endodontic Journal*, *5*(1), 33. doi:10.4103/1658-5984.149084

Mohammadi, N., Kimyai, S., Navimipour, E. J., Soleimanzadeh, R., & Bonab, S. S. (2010). Effect of Acid Etching and Laser Treatment of Dentin Surface on Intracoronal Bleaching Efficacy. *Photomedicine and Laser Surgery*, 28(2), 51-55. doi:10.1089/pho.2009.2606

Nanci, A. (2013). *Ten Cate's Oral Histology: Development, Structure and Function* (8th ed.). St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby.

*Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário*. (2013). Porto: OMD.

Ordem dos Médicos Dentistas. (2015). Utilização de boratos proibida na União Europeia. Disponível em <https://www.ond.pt/2015/05/boratos-proibicao-europa>

Paganotto, G., de Souza, F., Klein Jr., C., & Campos, L. (2003). Composite Resin Bond Strength on Dentin. *Revista Gaúcha de Odontologia*, 51(3), 149–153. Disponível em <http://www.revistargo.com.br/include/getdoc.php?id=911&article=393&mode=pdf>

Pan, Q., & Westland, S. (2018). Tooth color and whitening – digital technologies. *Journal of Dentistry*, 74, 42–46. doi:10.1016/j.jdent.2018.04.023

Pandey, S. H., Patni, P. M., Jain, P., & Chaturvedi, A. (2018). Management of intrinsic discoloration using walking bleach technique in maxillary central incisors. *Clujul Medical*, 91(2), 229–233. doi:10.15386/cjmed-852

Pashley, D. H., Michelich, V., & Kehl, T. (1981). Dentin permeability: Effects of smear layer removal. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 46(5), 531–537. doi:10.1016/0022-3913(81)90243-2

Perdigão, J. (2007). New Developments in Dental Adhesion. *The Dental Clinics of North America*, 51(2), 333–357. doi:10.1016/j.cden.2007.01.001

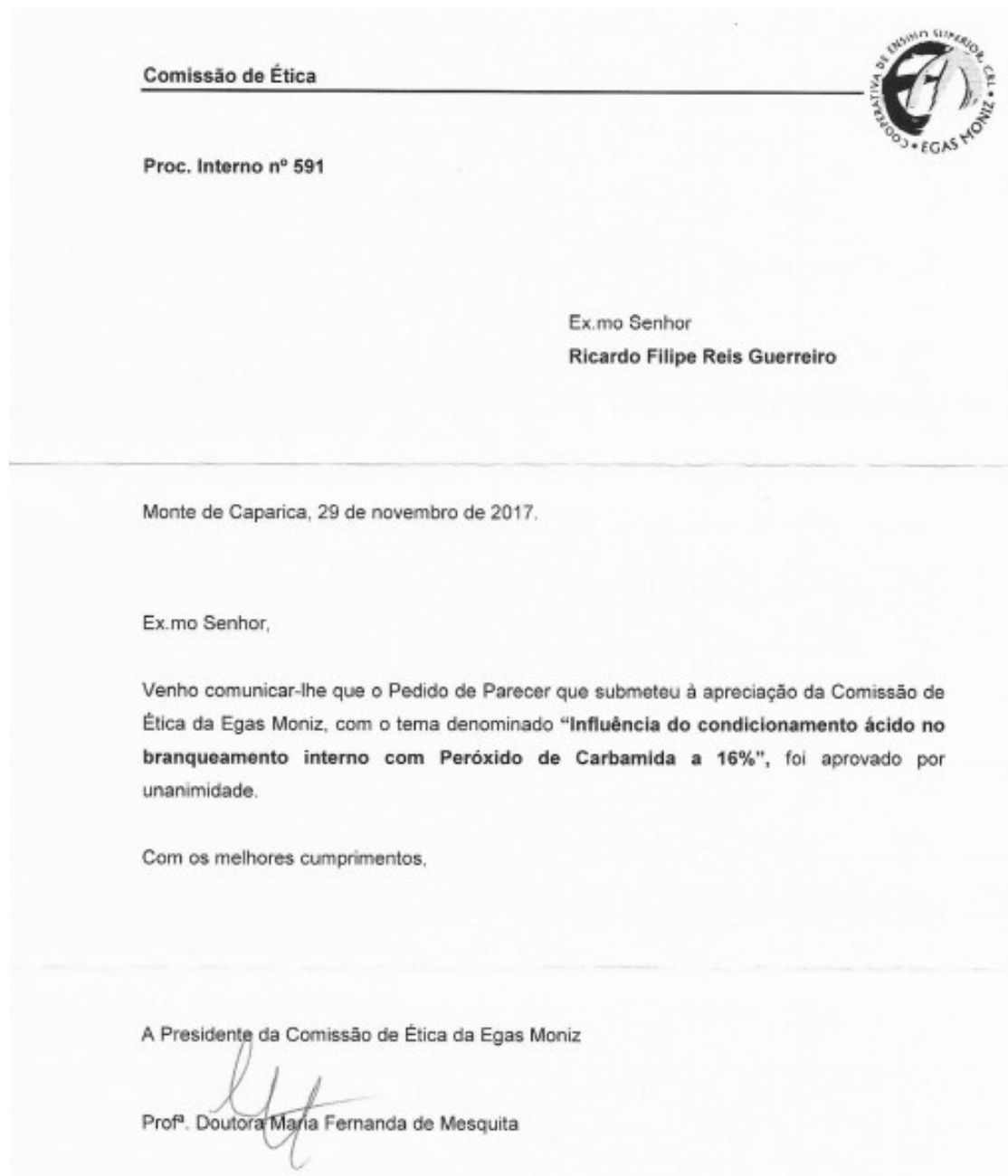
- Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H., & Somma, F. (2008). Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. *Journal of Endodontics*, 34(4), 394–407. doi:10.1016/j.joen.2007.12.020
- Polo, C. G., Polo, M. G., Montero, J., de Parga, J. A. M. V., & Viñuela, C. (2015). Correlation of natural tooth colour with aging in the Spanish population. *International Dental Journal*, 65(5), 227–234. doi:10.1111/idj.12176
- Ramos, J. C. (2009). *Estética em Medicina Dentária*. Amadora: Abbott Laboratórios.
- Sampaio, D., Pinheiro, A., & Correia, R. P. (2010). Análise espectrofotométrica do clareamento dental interno. *Revista Gaúcha de Odontologia*, 58(3), 363–368. Disponível em [www.revistargo.com.br/include/getdoc.php?id=5470&article=1742](http://www.revistargo.com.br/include/getdoc.php?id=5470&article=1742)
- Sezinando, A. (2014). Looking for the ideal adhesive - A review. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial*, 55(4), 194–206. doi:10.1016/j.rpemd.2014.07.004
- Shinohara, M. S., Peris, A. R., Pimenta, L. A. F., & Ambrosano, G. M. B. (2005). Shear bond strength evaluation of composite resin on enamel and dentin after nonvital bleaching. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17(1), 22–29; doi:10.1111/j.1708-8240.2005.tb00078.x
- Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U., & Migliau, G. (2017). Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Annali Di Stomatologia*, 8(1), 1-17. doi:10.11138/ads/2017.8.1.001
- Tredwin, C. J., Naik, S., Lewis, N. J., & Scully CBE, C. (2006). Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products : Review of adverse effects and safety issues. *British Dental Journal*, 200(7), 371–376. doi:10.1038/sj.bdj.4813423
- Van Meerbeek, B., Perdigão, J., Lambrechts, P., & Vanherle, G. (1998). The clinical performance of adhesives. *Journal of Dentistry*, 26(1), 1–20. doi:10.1016/S0300-5712(96)00070-X

Van Meerbeek, B., Peumans, M., Poitevin, A., Mine, A., Ende, A. Van, Neves, A., & Munck, J. De. (2009). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials*, 26, 100–121. doi:10.1016/j.dental.2009.11.148

Watts, A., & Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining: A review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6), 309–316. doi:10.1038/sj.bdj.4800959

## IX. ANEXOS

### Anexo 1







Anexo 2



***Clínica Dentária Universitária***

**Declaração da Direção Clínica para cedência de dentes  
do BDH para realização trabalho de projeto final do  
MMD**

IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDANTE: Ricardo Filipe Reis Guerreiro

TÍTULO DO TRABALHO: "Influência do Condicionamento Ácido no Branqueamento Interno com Peróxido de Carbamida a 16%"

Excelentíssima Professora Doutora Fernanda de Mesquita,

O aluno Ricardo Filipe Reis Guerreiro pode utilizar dentes molares hígidos do Banco de dentes humanos (BDH) da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz (CDUEM).

Aguardo a aprovação da Comissão Científica e da Comissão de Ética, para cedência dos dentes.

Esta autorização aplica-se somente aos dentes que tenham sido efectivamente doados ao BDH, respeitando todo o circuito aprovado e certificado pela Certificação da Qualidade da Egas Moniz.

Atenciosamente, com os melhores cumprimentos

Monte da Caparica, de Outubro de 2017

***Direção Clínica***